

***INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES***  
**CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA**

**2009/2010**



**TII**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.**

**A UTILIZAÇÃO DO “EXTERNAL THERMAL INSULATION COMPOSITE SYSTEM” (ETICS) NA REABILITAÇÃO DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS EXISTENTES NA FORÇA AÉREA**

**ADELINO ALVES**  
**CAP/TMI**



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**A UTILIZAÇÃO DO “EXTERNAL THERMAL  
INSULATION COMPOSITE SYSTEM” (ETICS) NA  
REABILITAÇÃO DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS  
EXISTENTES NA FORÇA AÉREA**

**CAP TMI Adelino Alves**

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 09/10

Lisboa 2010





## **Agradecimentos**

Ao concluir este trabalho, não posso deixar de evocar todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a sua realização. A todos pretendo manifestar os meus sinceros agradecimentos.

Ao MGEN/ENGAED Hélder de Brito, Director da Direcção de Infra-Estruturas, pelo incentivo, pelas informações e apoio demonstrados.

Ao COR/ENGAED Joaquim Veloso, ao COR/ENGAED Tiago Marques, ao TCOR/ENGAED Joaquim Salvado da Direcção de Infra-Estruturas pelas suas sugestões, pelos conselhos e pela ajuda.

Ao CAP/TMI Carlos Afonso, Chefe da Secção de Mecânica da Direcção de Infra-Estruturas um agradecimento muito especial por todo o seu apoio na realização deste trabalho.

Uma palavra de muito apreço para o meu orientador, MAJ/ENGAER João Nogueira, pela sua disponibilidade, pela paciência, pela colaboração, pelas críticas e pelas sugestões relativas ao texto que ora se apresenta.

À Engenheira Maria do Rosário da Silva Veiga, Investigadora Principal no Departamento de Edifícios do LNEC e Chefe do Laboratório de Revestimentos de Paredes pelo seu apoio e disponibilidade.

Ao Eng.º Vasco Peixoto Freitas, Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Director do Laboratório de Física das Construções, pelo apoio prestado na pesquisa de referências bibliográficas.

Ao meu amigo Eng.º António Júlio Baeta Ferreira, pela sua disponibilidade e pela informação prestada.

A todos que de uma forma anónima e isolada contribuíram com trabalho, com esclarecimentos e sugestões, a minha gratidão.

À minha Esposa Cândida, um agradecimento incomensurável, pela multiplicação do seu esforço e pela tolerância que demonstrou ao longo deste longos meses.

Finalmente, aos meus filhos Tiago e Catarina. Dedico a eles este singelo trabalho na expectativa de os poder vir a compensar futuramente do tempo que lhes faltei.



## Índice

	Página
Introdução.....	1
1. Reabilitação de edifícios.....	4
a. Propósito.....	4
b. A reabilitação face às novas exigências ambientais.....	5
c. Constrangimentos à reabilitação.....	7
d. As fachadas dos edifícios da Força Aérea.....	8
2. Impacto do Sistema ETICS na eficiência energética do edifício.....	10
a. Perdas de calor por condução através das paredes das fachadas.....	12
b. Consumos de energia face aos custos de intervenção.....	14
3. Influência do sistema ETICS nas condições de conforto dos utentes.....	18
a. Influência na qualidade do ar interior.....	19
b. Requisitos mínimos de qualidade térmica.....	21
c. Influência no desconforto localizado.....	24
Conclusões.....	27
Bibliografia.....	32

## Índice de figuras

	Página
Figura 1 – Peso da construção nova de edifícios em 2004.....	6
Figura 2 – Evolução na concepção de paredes de fachada exteriores nos edifícios em Portugal.....	9
Figura 3 – Exemplos de fachadas passíveis de serem reabilitadas através do sistema ETICS.....	10
Figura 4 – Exemplos de fachadas com limitações à aplicação do sistema ETICS.....	10
Figura 5 – Zona de ocorrência de condensações superficiais.....	20
Figura 6 – Esquema da ocorrência de condensações internas.....	20
Figura 7 – Continuidade do isolamento térmico em função do sistema utilizado.....	21
Figura 8 – Pontes térmicas planas.....	21
Figura 9 – Influência da inércia térmica na flutuação da temperatura interior em relação à exterior.....	25

## Índice de tabelas

	Página
Tabela 1 – BA5 - zona climática de Inverno.....	15
Tabela 2 – CFMTFA. - zona climática de Inverno.....	16
Tabela 3 – Unidades de Lisboa - zona climática de Inverno.....	16
Tabela 4 – Requisitos mínimos regulamentares em relação aos valores de U.....	22



## **Índice de quadros**

	<b>Página</b>
Quadro 1 – Corpo de conceitos .....	3
Quadro 2 – Paredes exteriores de fachada predominantes nos edifícios de alojamento e serviços da FA .....	9
Quadro 3 – Distribuição dos edifícios das Unidades da FA, por tipo de parede das fachadas. ....	9
Quadro 4 – Dados climáticos representativos das Unidades da FA. ....	15
Quadro 5 – Paredes predominantes nos edifícios de alojamento da FA. ....	15
Quadro 6 – Requisitos mínimos de qualidade térmica .....	22
Quadro 7 – $U$ [ $\text{W}/\text{m}^2\text{C}$ ] máximos admissíveis .....	22
Quadro 8 – Valores máximos de $M_{si}$ [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] das paredes em estudo, impostos pelo RCCTE. ....	26
Quadro 9 – $M_{si}$ [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] das paredes em estudo. ....	26

## **Índice de anexos**

	<b>Página</b>
Anexo A – Definições .....	A1 a A3
Anexo B – Classificação funcional e exigências essenciais dos revestimentos exteriores de paredes .....	B1 a B3
Anexo C – External Thermal Insulation Composite System (ETICS) .....	C1 a C7
Anexo D – Exemplos de pontes térmicas planas e lineares .....	D1 a D6
Anexo E – Metodologia de cálculo da energia necessária para compensar as perdas e os ganhos de calor pela envolvente opaca das paredes exteriores .....	E1 a E8
Anexo F – Zonamento climático de Portugal continental .....	F1 a F8
Anexo G – Resultados obtidos pelo efeito da evolução do $U$ em resultado da aplicação crescente e sucessiva de diversas espessuras de isolante térmico. ....	G1 a G45
Anexo H – Resumo dos resultados obtidos pelo efeito da evolução do $U$ pela aplicação crescente e sucessiva de diversas espessuras de isolante térmico. ....	H1 a H4
Anexo I – Opções de isolamento térmico em reabilitação de fachadas de edifícios.....	I1 a I3
Anexo J – Guião das Entrevistas Exploratórias.....	J1 a J2



## Resumo

O panorama relativo ao parque edificado da Força Aérea (FA) permite constatar que a maior parte dos edifícios de alojamento são antigos e apresentam carências ao nível do seu desempenho, principalmente em relação à economia de energia, durabilidade e adequabilidade ao uso. Sabendo que a conjuntura actual da FA, indicia que as necessidades deste tipo de edifícios se encontram satisfeitas, eventuais construções novas se limitarão, previsivelmente, a situações muito pontuais. Nestas circunstâncias, crê-se que a reabilitação dos edifícios constitui o caminho privilegiado rumo à sustentabilidade dos recursos existentes, indo ao encontro das recomendações da União Europeia (UE) que vem impondo aos Estados Membros medidas que conduzam à melhoria do comportamento térmico dos edifícios, com vista à redução dos consumos energéticos dos mesmos.

É neste contexto que o presente trabalho de investigação permite verificar que o reforço do isolamento térmico das paredes de fachada exteriores dos edifícios de alojamento e serviços existentes na FA, com recurso ao sistema de isolamento térmico pelo exterior do tipo *External Thermal Insulation Composite System* (ETICS), conduz a poupanças significativas de energia. Comparando as soluções existentes com algumas opções em que se vai aumentando a espessura do isolamento térmico, obtiveram-se resultados de poupança de energia a variar entre os 38% e os 82%, conforme o tipo de parede, a zona climática do país onde o edifício se localiza e a espessura do isolamento de reforço.

O trabalho esclarece ainda que o aumento da resistência térmica e a continuidade do isolamento em toda a superfície das fachadas reduz o efeito das heterogeneidades da envolvente, principalmente em relação às pontes térmicas planas, permitindo maximizar o efeito da inércia térmica na capacidade de amortecimento e desfasamento temporal dos picos de temperatura, melhorando as condições de conforto dos utentes dos edifícios em estudo.

As conclusões do trabalho conduziram à identificação de recomendações, destacando-se, nomeadamente a criação de mecanismos que promovam as opções pela reabilitação e o desenvolvimento da eficiência energética nos edifícios da FA.



## **Abstract**

The situation regarding the buildings of the Air Force (AF) reveals that most of the buildings are old and with a low level of performance, especially with regard to energy savings, durability and suitability for use. Knowing that in the current state of affairs the AF requirements for this type of buildings are met, any new construction is limited. In these circumstances, it is believed that the rehabilitation of existing buildings is the best way toward sustainability of the existing resources while meeting the recommendations of the European Union (EU). The member states have imposed measures that lead to an improved thermal performance in order to reduce the energy consumption of the buildings.

In this context, the present research shows that strengthening the thermal insulation of walls, exterior facade of housing and services buildings in the FA, using the External Thermal Insulation Composite System (ETICS) leads to significant savings in energy. Comparing existing solutions with other options that increase the thickness of the insulation, results in energy savings which present values that vary between 38% and 82% depending on the type of wall, the climatic zone of the country, where the building is located and the insulation thickness reinforcement.

This paper further explains that the increased thermal resistance and continuity of the insulation across the surface of the facades reduces the effect of environment heterogeneities, especially regarding the thermal bridging plane, allowing the maximization of the thermal inertia effect on damping capacity and lag of the peak temperatures, improving the comfort conditions for users of the buildings under study.

The findings of the study suggest recommendations, in particular, regarding the mechanisms that promote the rehabilitation solutions and development of energy efficiency in the AF buildings.





### **Palavras-chave**

Conforto térmico;

Desempenho;

Eficiência energética;

Energia;

Isolamento térmico pelo exterior;

Reabilitação;

Sustentabilidade;

Viabilidade.



## **Lista de abreviaturas**

ADENE	– Agência para a Energia
APA	– Agência Portuguesa do Ambiente
AQS	– Águas Quentes Sanitárias
ASHRAE	– American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers
BA1	– Base Aérea Nº 1
BA5	– Base Aérea Nº 5
BA6	– Base Aérea Nº 6
BA11	– Base Aérea Nº 11
CFMTFA	– Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea
DGEG	– Direcção Geral de Energia e Geologia
DI	– Direcção de Infra-Estruturas
EEE	– Eficiência Energética dos Edifícios
EPBD	– Energy Performance of Buildings Directive
ETICS	– External Thermal Insulation Composite System
EUROSTAT	– Gabinete de Estatísticas da União Europeia
EUA	– Estados Unidos da América
FA	– Força Aérea
GEE	– Gases com Efeito de Estufa
INE	– Instituto Nacional de Estatística
INETI	– Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação
LNEC	– Laboratório Nacional de Engenharia Civil
$M_{si}$	– Massa Superficial Útil
$N_{ic}$	– Necessidades Nominais de Energia Útil para Arrefecimento
$N_{vc}$	– Necessidades Nominais de Energia Útil para Aquecimento
$N_{ac}$	– Necessidades Nominais de Energia para Produção De AQS
$N_{tc}$	– Necessidades Globais de Energia Primária
P3E	– Programa para a Eficiência Energética nos Edifícios
PIB	– Produto Interno Bruto
PNAEE	– Plano de Acção para a Eficiência Energética
PNAC	– Plano Nacional para as Alterações Climáticas
PME	– Pequenas e Médias Empresas
QUERCUS	– Associação Nacional de Conservação da Natureza



RCCTE	– Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RSECE	– Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SCE	– Sistema Nacional de Certificação Energética e de Qualidade do Ar Interior nos Edifícios
UE	– União Europeia



## Introdução

O parque edificado da Força Aérea (FA) pode ser dividido em dois grandes grupos, coincidentes com os períodos de maior expansão das suas infra-estruturas: os edifícios construídos nas décadas de 50 e 60 e os edifícios construídos nas décadas de 80 e 90, do século passado. Cada grupo pode ser associado a um método de construção de fachadas, característico desses períodos e facilmente identificável. Exceptuam-se aqui os edifícios construídos a partir da década de 90 por possuírem paredes exteriores duplas e isoladas termicamente.

Se à data da sua concepção, o desempenho dos edifícios satisfazia as exigências funcionais para a época, nos dias de hoje tais exigências evoluíram substancialmente, principalmente no que se refere à economia de energia, durabilidade e adequabilidade ao uso, com implicação no consumo de energia para manter o conforto dos utentes.

Em termos de intervenção neste tipo de edifícios, a FA apenas se tem limitado a acções de manutenção, nomeadamente reparações de revestimentos, pinturas exteriores interiores e reparação de coberturas.

Na realidade, devido ao elevado número de edifícios antigos, nomeadamente de alojamento, distribuídos pelas diversas Unidades da FA, e considerando a escassez actual de recursos financeiros, será de considerar a sua reabilitação e, simultaneamente, a sua adequação às novas exigências de desempenho energético no âmbito do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE). Refira-se que estas exigências resultaram da transposição para o direito nacional da *European Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD) nº 2002/91/CE<sup>1</sup>, cujo objectivo passa pela promoção da economia de energia para o país em geral e para os utilizadores em particular e, simultaneamente, pela contribuição para a preservação do meio ambiente, através da redução das emissões dos gases com efeito de estufa (GEE) para a atmosfera.

De acordo com as características arquitectónicas, constituição das paredes, tipo de utilização e tipo de utentes dos edifícios do parque edificado da FA, considera-se que os edifícios de alojamento e de serviços serão tidos como a referência para a investigação, por serem representativos da sua grande maioria.

É neste contexto que surge o tema do presente trabalho, focalizado no sistema de isolamento térmico de fachadas pelo exterior *External Thermal Insulation Composite*

---

<sup>1</sup> Em revisão.



*System* (ETICS)<sup>2</sup>. Tendo em conta as características dos edifícios de alojamento atrás referidas e as suas exigências funcionais, o presente estudo pretende avaliar em que medida a aplicação do sistema ETICS poderá ser vantajoso para a FA e para o país e ambiente em geral, no âmbito da reabilitação das fachadas dos mesmos, principalmente os construídos até à década de 90 do século passado. O objectivo passará pela análise ao seu desempenho com vista à melhoria das condições existentes, essencialmente em termos de eficiência energética e conforto dos utentes.

O presente trabalho será desenvolvido com base no método de Investigação em Ciências Sociais proposto por Raymond Quivy e LucVan Campenhoudt. Seguindo o método, foi formulada a seguinte pergunta de partida:

- **Em que medida poderá ser viável a utilização do sistema de isolamento térmico pelo exterior (ETICS) na reabilitação dos edifícios existentes na Força Aérea?**

Associadas à questão central derivaram as seguintes perguntas:

- **Como se caracterizam as fachadas dos edifícios da Força Aérea no panorama construtivo nacional?**
- **Qual a contribuição do sistema ETICS para os objectivos do SCE, no âmbito do novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)?**

Face às questões formuladas e para dar resposta à questão central, irão ser testadas as hipóteses seguintes:

- **A aplicação do sistema ETICS na reabilitação de fachadas dos edifícios da FA contribui para o aumento da eficiência energética dos mesmos.**
- **A aplicação do sistema ETICS na reabilitação das fachadas dos edifícios da FA contribui para a melhoria das condições de conforto dos seus utentes.**

Os conceitos chave que sobressaem do trabalho e as suas dimensões, manifestadas pelos respectivos indicadores observáveis ou mensuráveis, são apresentados no quadro 1.

---

<sup>2</sup> Descrição e características expostas no anexo C.



Quadro 1 – Corpo de conceitos

CONCEITO	DIMENSÃO	INDICADOR
Reabilitação	Fachadas exteriores	Estado de conservação Estabilidade da parede Tipo de fachada Constituição e materiais Espessura da parede Interesse histórico e patrimonial
	Vãos envidraçados	Área envidraçada Elementos e materiais constituintes Permeabilidade ao ar das caixilharias Factor solar
	Equipamentos (AQS, Climatização e Ventilação)	Existência Potência Eficiência Estado de funcionamento e conservação
Eficiência Energética	Perdas de calor por condução através das paredes das fachadas	Coefficiente de transmissão térmica superficial da parede (U) Área da parede (A) Pontes térmicas planas Pontes térmicas lineares Temperatura do ar interior Temperatura do ar exterior Localização – Zona climática
	Consumo de energia	Custo da energia final Custo do investimento inicial Custo global Temperatura interior de referência
	Custo da intervenção	Tipo de material isolante (sistema) Espessura do material isolante (sistema) Quantidade de pontos singulares Características das fachadas Dimensões da parede (altura) Mão-de-obra Equipamentos
Conforto dos utentes (termohigrométrico)	Qualidade do ar interior	Condensações superficiais interiores Humidade relativa
	Aspecto	Colonização biológica Manchas de bolor na face interior das paredes e tectos
	Desconforto térmico localizado	Inércia térmica Temperatura radiante

No primeiro capítulo será efectuada a abordagem ao conceito de reabilitação, nomeadamente em relação às paredes de fachada dos edifícios de alojamento e serviços da FA, no contexto dos actuais objectivos europeus e nacionais para a redução dos consumos de energia, associados aos edifícios, e para a redução dos impactos ambientais.

No segundo capítulo e no âmbito da reabilitação dos edifícios referidos, tendo em conta o conceito de eficiência energética, será desenvolvido o estudo relativo à influência que o reforço de isolamento térmico das fachadas desses edifícios tem na redução do consumo de energia para aquecimento, com recurso ao sistema ETICS. O estudo será efectuado por simulações sucessivas de aplicação de espessuras crescentes de isolamento



com aumentos diferenciais de 10mm entre os 40mm e os 100mm.

No terceiro capítulo serão abordadas as implicações que o reforço do isolamento térmico das paredes desses edifícios possam vir a ter no conforto dos utentes com a utilização do sistema ETICS, nomeadamente no que se refere à qualidade do ar interior, ao aspecto e ao desconforto localizado.

No final será feita a análise da informação dos resultados obtidos, testando as hipóteses formuladas e procurando as respostas às questões derivadas e consequentemente à questão central. Por último, serão apresentadas as conclusões, o contributo que o trabalho pode acrescentar ao conhecimento bem como algumas recomendações consideradas pertinentes e com interesse para a FA.

## **1. Reabilitação de edifícios**

### **a. Propósito**

No âmbito deste trabalho o conceito de reabilitação vai além da reparação das anomalias acumuladas durante a vida útil<sup>3</sup> do edifício e da eliminação da patologia correspondente. Além disso, a reabilitação pretende promover, sempre que possível, a sua beneficiação geral, actualizando-o e adaptando-o às novas exigências funcionais, salvaguardando os elementos, cujo valor cultural e arquitectónico justifique a sua preservação para as gerações vindouras, assim como a manutenção ou reutilização de outros elementos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Limitado o estudo às paredes das fachadas, requer particular atenção a compatibilidade entre as soluções construtivas de então e as novas técnicas e materiais a serem aplicados, cujo desempenho e durabilidade terá que obedecer ao disposto no nº 3 do Artigo 17º do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU, 2008). A ambição da reabilitação deve compreender a melhoria do seu desempenho para que não resulte numa qualidade funcional inferior à preexistente.

Este processo de reabilitação terá que passar pela elaboração de um correcto diagnóstico baseado numa avaliação cuidada sobre o estado de cada um desses edifícios em relação ao sistema construtivo, ao estado de conservação e estabilidade da parede, à génese das suas patologias, ao tipo de fachada e ao seu interesse patrimonial e arquitectónico, de forma a ponderar as vantagens e compensações face à sua

---

<sup>3</sup> Neste contexto, considera-se vida útil de um edifício o período durante o qual ele desempenha adequadamente a função para a qual foi concebido.



demolição e opção por nova construção. Esta análise será mais profícua nos edifícios mais antigos, construídos nas décadas de 50 e 60, mas assume-se que a maioria dos edifícios em estudo admite a sua reabilitação.

Mas o conceito de reabilitação dos edifícios não se limita às fachadas exteriores, engloba também toda a sua envolvente (vãos envidraçados, coberturas e pavimentos) e também os equipamentos de climatização e de aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS). Quanto aos vãos envidraçados eles podem representar até 40% das perdas térmicas totais (Ferreira, 2009 e Aveiro Domus, 2006) pelo que a sua reabilitação está dependente da área envidraçada e tipo de vidros, dos materiais das caixilharias e da sua classificação quanto à permeabilidade ao ar (RCCTE, 2006). Em relação às coberturas e pavimentos, a sua influência no balanço térmico do edifício está dependente do coeficiente de transmissão térmica superficial (U) e, como tal, das soluções construtivas de cada elemento.

Quanto aos equipamentos, um estudo efectuado pelo Chefe da Secção de Mecânica da Direcção de Infra-Estruturas (DI) num edifício da Base do Lumiar (BALUM), representativo de grande parte dos alojamentos da FA, permitiu concluir que os sistemas de aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS) são pouco eficientes, sugerindo medidas de melhoria (Afonso, 2009). Essas medidas que podem ser enquadradas no processo de reabilitação, passam pelo recurso à utilização de energias renováveis, mas também por uma auditoria ao seu estado de funcionamento e conservação e pela avaliação do seu rendimento faces às necessidades de cada edifício.

#### **b. A reabilitação face às novas exigências ambientais**

Segundo o *World Business Council for Sustainable Development* (WBSCD), os edifícios são responsáveis pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final<sup>4</sup>, na maioria dos países, contribuindo de forma significativa para as emissões de gases com consequências no aquecimento global. Nas economias emergentes esse valor está a crescer fortemente, em resultado do rápido desenvolvimento da construção em países como a China e a Índia, onde o consumo pode vir a aumentar entre quatro a sete vezes mais se o compararmos com os níveis actuais de consumo nos EUA.

O longo ciclo de vida útil dos edifícios produz também um longo efeito sobre o

---

<sup>4</sup> Energia disponibilizada aos utilizadores sob várias formas (electricidade, gás, biomassa, etc.).





ambiente e um contínuo problema a ter em conta. Por isso os edifícios podem contribuir fortemente para a regressão das alterações climáticas se os tornarmos eficientes através da redução do consumo de energia garantindo o conforto e a qualidade do ar interior.

Após mais de 30 anos de construção nova que absorveu grande parte dos investimentos em edifícios em Portugal, com percentagens superiores aos 90% (Santos, 2009 e figura 1), as razões de carácter ambiental e de sustentabilidade justificam agora a inversão dessa tendência. Além dos consumos energéticos associados aos edifícios, números apresentados na revista Ingenium da Ordem dos Engenheiros (OE), (Henriques, 2009), que resultam de estimativas de dados europeus aplicados ao nosso contexto, indicam que a produção anual de resíduos de construção e de demolição em Portugal anda na ordem das 7.500.000 toneladas. Este valor, apesar de próximo da média europeia, é uma vez e meia superior à produção nacional de resíduos urbanos.

O caminho passa pela redução de energia na fase da exploração mas também na fase da construção e da reabilitação. A decisão deve ter em conta os custos com as novas construções, associados ao consumo de combustíveis fósseis, os escassos recursos financeiros do país em geral e da FA em particular e o cumprimento das metas assumidas por Portugal no quadro europeu<sup>5</sup> em matéria de eficiência energética.

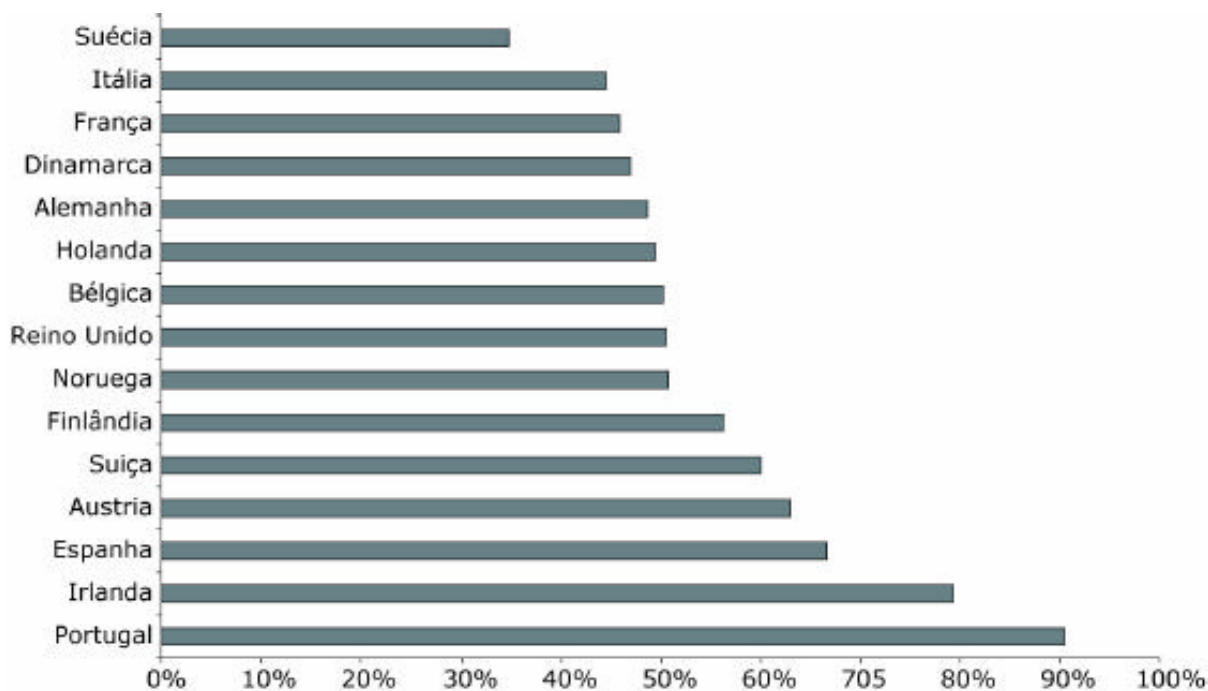


Figura 1 - Peso da construção nova de edifícios em 2004 (Euroconstruct, Dezembro 2004)

<sup>5</sup> Estratégia Nacional para a Energia, (ENE2020), Março de 2010.



Na FA esse estado de consciência começa a ser uma realidade, segundo o Chefe da Secção de Mecânica da DI<sup>6</sup> (Afonso, 2009).

O Director da DI<sup>7</sup> demonstra o seu empenhamento na promoção e implementação da aplicação regulamentar relativa à certificação energética nos projectos da FA (Brito, 2009).

### **c. Constrangimentos à reabilitação**

O processo de reabilitação apresenta constrangimentos que terão de ser ultrapassadas para que a Eficiência Energética dos Edifícios (EEE) possa ser encarada de forma transversal a todos eles. Reflectem-se no comportamento dos profissionais do sector da construção em relação aos conhecimentos e à sua motivação para reabilitar no sentido da eficiência energética; na interdependência entre as partes interessadas, proprietários, promotores e técnicos; e na poupança de energia, no sentido de um desenvolvimento sustentável. As novas exigências de conforto, acessibilidades, segurança, entre outras, são também constrangimentos significativos, que frequentemente favorecem a opção pelas novas construções. Estes constrangimentos estendem-se também à FA, com responsabilidades acrescidas por ser uma entidade promotora de operações urbanísticas, apesar da dispensa de controlo prévio dos seus projectos, de acordo com o Artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 555/99 de 16 de Dezembro

O Engº Vasco Martins Costa<sup>8</sup> refere que *“Como investimento próprio, a reabilitação é mais barata, é mais económica e tem uma série de mais-valias que habitualmente não são consideradas: alimenta substancialmente o mercado das PME, e cria mais emprego”* e continua referindo-se aos números de estudos elaborados pelo Dr. T. Nypan da Noruega sobre a importância da recuperação do património, cujos números *“(...) mostram que o investimento em reabilitação tem um retorno de 13,5% maior que o da construção nova e cria mais 16,5% de emprego, ultrapassando mesmo o valor da indústria automóvel. Produz lixo, segundo este estudo, menos 1200 vezes que a construção nova. Incorpora menos energia, tornando-se mais sustentável.”* (Costa, 2009: 39).

---

<sup>6</sup> CAP/TMI Carlos Afonso.

<sup>7</sup> MGEN/ENGAED Hélder de Brito.

<sup>8</sup> Ex-Director da extinta Direcção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (DGMN).



#### **d. As fachadas dos edifícios da Força Aérea**

Na FA a concepção das fachadas dos edifícios, integrados no panorama construtivo nacional e em resposta ao crescimento das expectativas de conforto dos utentes e das imposições regulamentares, acompanhou na generalidade a evolução verificada no país. As paredes de alvenaria ordinária (figura 2a<sub>1</sub>)<sup>9</sup> nos edifícios mais antigos das primeiras unidades, ou seja: a Base Aérea Nº 1 (BA1), a Base Aérea Nº 6 (BA6) e o Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea (CFMTFA), evoluíram até aos nossos dias para paredes duplas de alvenaria de tijolo cerâmico furado com caixa-de-ar entre panos (figura 2e), total ou parcialmente preenchida com isolante térmico em placas de poliestireno expandido extrudido com 3cm de espessura. A evolução em Portugal para a introdução de materiais isolantes na caixa-de-ar, a partir dos anos 80, foi acompanhada posteriormente com a correcção das pontes térmicas<sup>10</sup>, com a entrada em vigor do primeiro RCCTE, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 40/90 de 06 de Fevereiro, e com recurso à “forra simples” ou “forra dupla”<sup>11</sup> pelo exterior das vigas, pilares e topo de lajes.

Segundo o Director da DI, e de acordo com a consulta ao arquivo dessa Direcção, a tipologia das fachadas dos edifícios da FA, caracteriza-se essencialmente pelo predomínio de três tipos de paredes: alvenaria ordinária rebocada (figura 2a<sub>1</sub>), que representam aproximadamente 23% de todos os edifícios de alojamento e serviços; alvenaria de tijolo cerâmico furado com dois panos de tijolo de 11cm, rebocadas (figura 2d), que representam aproximadamente 68%, e alvenaria de tijolo furado com os dois panos de tijolo de 11 cm, com caixa-de-ar preenchida parcial ou totalmente com isolante, rebocadas (figura 2e), representado aproximadamente 9% do total (Quadro 3). No quadro seguinte apresentam-se esses tipos de parede predominantes e as espessuras correspondentes, às quais se atribui um código para simplificar a sua designação durante o estudo.

---

<sup>9</sup> Adaptado de: Freitas, 2002.

<sup>10</sup> Zonas da fachada cuja resistência térmica é substancialmente inferior à da zona corrente (anexo D)

<sup>11</sup> Forra simples: revestimento de uma ponte térmica com, por exemplo, tijolo furado com 4 cm de espessura; forra dupla: idem, com recurso, por exemplo, a um tijolo furado de 7cm de espessura.

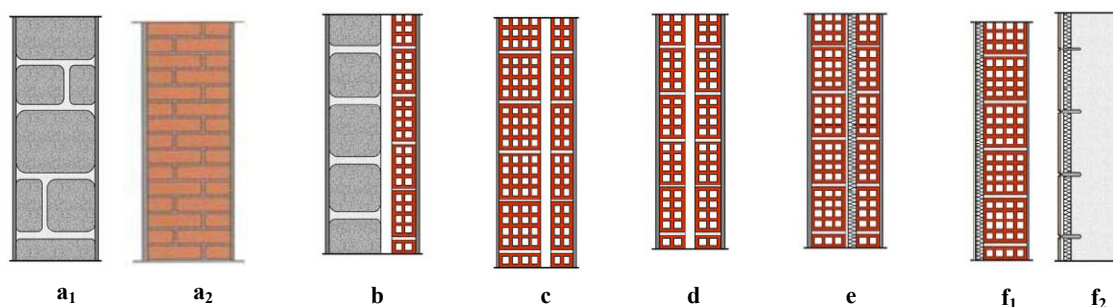


Figura 2 – Evolução na concepção de paredes de fachada exteriores nos edifícios em Portugal

Quadro 2 – Paredes exteriores de fachada predominantes nos edifícios de alojamento e serviços da FA

Tipo de parede	Código	Espessura [m]
Alvenaria ordinária	PExt1	0,50
Alvenaria de Tijolo Furado – parede dupla sem isolamento	PExt2	0,30
Alvenaria de Tijolo Furado – parede dupla com isolamento	PExt3	0,30

Quadro 3 – Distribuição dos edifícios das Unidades da FA, por tipo de parede das fachadas.

Unidades	AM1	AT1	BA1	BA6	BA5	BA11	BALUM	CA	CFMTFA	CTA	DGMFA	EMFA	ER1	ER2	ER3	Totais	%
Parede																	
PExt1			6	18					43	7	2					76	23
PExt2	18	7	19	11	21	45	18	10	15	24	7	5	3	3	17	223	68
PExt3			2	1	20		3			2						28	9

Pela análise efectuada e segundo as características do sistema, apresentadas pela Engenheira Civil, Investigadora Principal no Departamento de Edifícios do LNEC e Chefe do Laboratório de Revestimentos de Paredes<sup>12</sup>, conclui-se que as fachadas da maioria dos edifícios de alojamento e serviços da FA apresentam condições para a aplicação do sistema de revestimento ETICS (anexo C). Será contudo de destacar que, às potencialidades do sistema, se opõem limitações que deverão ser tidas em conta no processo de reabilitação, entre outras, o tipo de fachada (paredes em alvenaria aparelhada, capeada<sup>13</sup> ou de pedra seca e alvenaria nos cunhais<sup>14</sup>), a vulnerabilidade ao choque, constrangimentos históricos e arquitectónicos (figuras 3 e 4) e o custo do investimento inicial (Veiga, 1997).

<sup>12</sup> Eng.<sup>a</sup> Maria do Rosário Veiga

<sup>13</sup> Revestida com uma forra de pedra natural em geral de pequena espessura.

<sup>14</sup> Ângulo formado entre duas paredes de fachada (esquina).



Figura 3 – Exemplos de fachadas passíveis de serem reabilitadas através do sistema ETICS



Figura 4 – Exemplos de fachadas com limitações à aplicação do sistema ETICS

## **2. Impacto do Sistema ETICS na eficiência energética do edifício**

A melhoria da eficiência energética dos edifícios depende do desenvolvimento e da aplicação de sistemas e de métodos que permitam racionalizar e reduzir o consumo de energia final, garantindo os níveis aceitáveis de conforto e outros requisitos de exploração. Contudo, será oportuno referir que a eficiência energética no sector da indústria da construção vai para além da redução do consumo de energia durante a fase de exploração.





Ela abrange todas as fases do empreendimento, nomeadamente as de construção, manutenção e reabilitação.

Dados de 2004, disponibilizados pela Direcção-Geral de Geologia e Energia (DGGE), indicam que os sectores doméstico e de serviços em Portugal representam 29% do consumo de energia final e 60% do consumo nacional de electricidade. Indicam ainda que entre 1990 e 2004 se verificou nesses dois sectores uma taxa de crescimento média anual do consumo de energia final de 1,9% e 8,6%, respectivamente. Uma estimativa para o consumo de energia nos edifícios residenciais apresenta a seguinte distribuição aproximada: cozinhas e AQS – 50%, iluminação e equipamentos – 25% e climatização (aquecimento e arrefecimento) – 25% (Freitas, 2007).

No seguimento das recomendações do protocolo de Quioto, a União Europeia redigiu a Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD) com o objectivo de aumentar a eficiência energética dos edifícios. Para isso, impôs aos estados membros a elaboração de regulamentos que conduzissem à melhoria do comportamento térmico dos edifícios novos e reabilitados, através de medidas pertinentes com viabilidade técnica e económica. Neste âmbito, a DGGE promoveu e apresentou em 2002 o Programa para a Eficiência Energética nos Edifícios (P3E) que reúne as acções estratégicas consideradas adequadas para promover a redução do consumo de energia dos edifícios em Portugal. Nessas acções estava incluída a actualização do RCCTE de 1990, adequando-o às novas exigências nos actuais contextos social, económico e energético, com o objectivo de aumentar a qualidade térmica dos edifícios num futuro próximo. No âmbito do P3E foram então publicados três diplomas, sendo um deles o Decreto-Lei n.º 80/2006 de 04 de Abril, que aprova o novo RCCTE.

Uma das medidas preconizadas na EPBD passa pelo reforço do isolamento térmico dos elementos da envolvente, sobretudo o das paredes exteriores das fachadas. Em relação às novas construções, esse objectivo já se encontra devidamente sistematizado. No caso das reabilitações têm surgido algumas indefinições, designadamente em relação aos n.ºs 5 e 6 do Artigo 2.º do RCCTE. A importância do isolamento térmico das paredes das fachadas, no contexto da eficiência energética, advém da expressiva área de contacto que normalmente possuem com o ambiente exterior e, consequentemente, na transferência de calor entre os dois ambientes. Estas trocas de calor vão influenciar os valores das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e para arrefecimento e da área útil que delimitam e os riscos de ocorrência de condensações superficiais ou internas.

Das várias opções de isolamento das paredes exteriores existentes, para a



reabilitação de edifícios (anexo C e anexo I), o estudo abordará a aplicação do sistema ETICS e a forma como influenciará as perdas de calor por condução através desses elementos da envolvente para o caso dos edifícios de alojamento e serviços da FA.

**a. Perdas de calor por condução através das paredes das fachadas**

Para determinar as necessidades energéticas dos edifícios, o RCCTE apresenta uma metodologia através da quantificação de quatro índices fundamentais:

- Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (Nic);
- Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (Nvc);
- Necessidades nominais anuais de energia para produção de águas quentes sanitárias (Nac);
- Necessidades globais de energia primária (Ntc).

O mesmo fixa um limite máximo admissível, para cada um destes parâmetros, respectivamente, Ni, Nv, Na e Nt, actualizáveis por portaria, de acordo com o seu Artigo 15.º.

No âmbito deste trabalho as necessidades energéticas limitam-se apenas ao estudo das perdas pelas paredes exteriores das fachadas. Sendo assim, a análise incidirá unicamente sobre o índice Nic. Apesar do índice Nvc também influenciar as necessidades energéticas, o Nic tem maior expressão, visto que a parcela do valor Nvc para a envolvente, representa menos de trinta por cento da do Nic (RCCTE, 2006 Anexo V: 2501) (anexo E).

Seguindo a metodologia do RCCTE, apresenta-se no anexo E a justificação do cálculo da parcela de energia necessária para compensar as perdas de calor pelas paredes exteriores. Essa parcela de energia obtém-se então através da seguinte expressão:

$$Q_{\text{ext}} = 0,024 \cdot U \cdot A \cdot GD [\text{kwh}]$$

Onde:

$Q_{\text{ext}}$  – perdas de calor pelas zonas correntes da envolvente em contacto com o exterior;



$U$  – coeficiente de transmissão térmica da parede (em  $W/m^2\text{°C}$ )<sup>15</sup>;

$A$  – área da parede medida pelo interior (em  $m^2$ );

$\theta_i$  – temperatura do ar no interior do edifício (em  $^{\circ}\text{C}$ );

$\theta_{ext}$  – temperatura do ar exterior (em  $^{\circ}\text{C}$ );

$GD$  – nº de graus-dias de aquecimento (em  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{dias}$ )<sup>16</sup>.

Nesta expressão existe apenas uma variável para uma fachada de um edifício específico, que é o indicador  $U$ . Considerando uma área unitária de parede, o total das perdas obtém-se pelo produto do valor unitário com o indicador da área efectiva da fachada a analisar. Como o objectivo é reduzir as perdas ( $Q_{ext}$ ), então terá que se actuar na redução do  $U$  da parede.

A transferência de calor através da envolvente dos edifícios, designadamente através das fachadas, depende das condições interiores de referência e do clima exterior. Os indicadores para as condições ambientes interiores de conforto de referência são de  $20^{\circ}\text{C}$  de temperatura do ar para a estação de aquecimento e de  $25^{\circ}\text{C}$  e 50% de humidade relativa para a estação de arrefecimento. A taxa de referência para a renovação do ar, para garantir qualidade do ar interior é de 0,6 renovações por hora (RCCTE, 2006 Artigo 14.º). Quanto ao clima exterior, em face da sua variação, o RCCTE apresenta indicadores médios para cada concelho de Portugal Continental e para as Regiões Autónomas, referenciando três zonas climáticas, quer para a estação de aquecimento (zonas climáticas de Inverno: I1, I2 e I3), quer para a estação de arrefecimento (zonas climáticas de Verão: V1, V2 e V3) (anexo F).

Será oportuno referir que as perdas de calor através das paredes das fachadas incluem as perdas através das paredes em contacto com o solo, as perdas através das pontes térmicas lineares e as perdas através das pontes térmicas planas<sup>17</sup>. Contudo esta análise sai fora do âmbito do trabalho por limitações à dimensão do mesmo. Por outro lado, tendo em conta as características de continuidade do ETICS as pontes térmicas planas deixam de existir e as perdas unitárias vêm também reduzidas (anexo D e tabela 4).

---

<sup>15</sup> Coeficiente de transmissão térmica ( $U$ ) é a quantidade de calor que, por unidade de tempo, atravessa uma superfície de área unitária de um elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que separa.

<sup>16</sup> Graus dias de aquecimento ( $GD$ ) é a soma das diferenças positivas registadas entre uma dada temperatura de base ( $20^{\circ}\text{C}$ ) e a temperatura do ar exterior durante a estação de aquecimento.

<sup>17</sup> Zona da envolvente do edifício onde a resistência térmica é substancialmente inferior à verificada na zona construtiva corrente (anexo D).





## b. Consumos de energia face aos custos de intervenção

Para permitir obter informação sobre o consumo de energia, foi simulado o efeito da evolução do U das paredes de referência, através da aplicação de diversas espessuras de isolamento térmico do tipo ETICS. Para cada um dos tipos de parede foi tido em conta a zona climática representativa das condições do clima exterior relativa ao local de cada uma das Unidades da FA (anexo G).

No estudo foram ainda considerados os seguintes dados:

- espessura do isolamento ETICS com variação incremental de 10 mm entre os 40 e os 100 mm;
- valores do coeficiente de transmissão térmica superficial ( $\Delta U$ ) correspondente à diferença entre o valor da situação existente e o valor obtido pela aplicação incremental do isolante térmico;
- custo do investimento baseado nos valores de mercado actual, que inclui o custo do material, mão-de-obra e equipamentos<sup>18</sup>;
- custo da energia eléctrica de baixa tensão, em 2009, de 0,11€/kWh, para o consumidor doméstico médio e estimando uma taxa de variação de 4% (Freitas, 2006 e DGEG, 2004).
- Taxa de capitalização do investimento estimada em 3%.

$$C_g = C_0 + C_{exp}$$

$$C_{exp} = Q * C_{e,n} / (1 + \alpha)^n$$

$$C_{e,n} = C_{e,i} * (1 + \alpha')^n$$

Em que:

$C_g$  – Custo global;

$C_0$  – Custo inicial;

$C_{exp}$  – Custo de exploração;

$Q$  – Perdas de energia;

$C_{e,n}$  – Custo da energia no ano n;

$C_{e,i}$  – Custo inicial da energia;

$\alpha'$  – Taxa média de variação do custo da energia;

$\alpha$  – Taxa de capitalização;

$n$  – ano

<sup>18</sup> Segundo o Engenheiro António Júlio Baeta Ferreira, cuja empresa tem já aplicados milhares de metros quadrados de revestimentos com ETICS, os custos médios rondam os valores indicados nas tabelas resumo (anexo H).



Tendo em conta o espectro alargado de valores de GD, optou-se por fazer incidir a análise sobre os três concelhos que melhor reflectem as condições de exposição climática de inverno das Unidades<sup>19</sup> da FA, ou seja: Leiria (BA5 - Monte Real); Alenquer (CFMTFA - Ota) e Lisboa (quadro 4 e anexo F). Para tal escolheram-se as espessuras de paredes relativas às tipologias identificadas, com predomínio no panorama actual dos edifícios de alojamento e serviços existentes na FA, indicadas na tabela 1.

Quadro 4 – Dados climáticos representativos das Unidades da FA

Dados Climáticos	Unidades de referência da FA		
	BA5	CFMTFA	Lisboa
Zona climática	I2	II	II
Graus Dia [°C·dia]	1610	1410	1190

Quadro 5 – Paredes predominantes nos edifícios de alojamento da FA.

Tipo de parede	Código	Espessura [m]	U [W/m <sup>2</sup> .°C]
Alvenaria ordinária	PExt1	0,50	1,92
Alvenaria de tijolo furado – parede dupla sem isolamento	PExt2	0,30	1,05
Alvenaria de tijolo furado – parede dupla com isolamento	PExt3	0,30	0,63

Do estudo surgiram os resultados indicados nos quadros dos anexo G e H e cujo resumo se apresenta nas tabelas seguintes.

Tabela 1 – BA5 - zona climática de Inverno: I2; GD=1610 [°C.dias]

<sup>19</sup> Aqui, o termo Unidade refere-se ao espaço físico onde se localizam os órgãos, os comandos e os serviços da FA.



PExt1				PExt2				PExt3			
Espess EPS [mm]	Poupança		P. Retr [anos]	Espess EPS [mm]	Poupança		P. Retr [anos]	Espess EPS [mm]	Poupança		P. Retr [anos]
	Q <sub>ext</sub> [kWh]	%			Q <sub>ext</sub> [kWh]	%			Q <sub>ext</sub> [kWh]	%	
0	0,000	-	-	0	0,000	-	-	0	0,000	-	-
40	48,686	66	6	40	20,866	51	13	40	9,274	38	-
50	52,550	71	5	50	23,184	57	12	50	10,819	44	25
60	55,255	74	5	60	24,730	61	12	60	11,978	49	24
70	57,187	77	5	70	26,275	65	11	70	12,751	52	23
80	58,733	79	5	80	27,434	68	11	80	13,524	56	22
90	60,278	81	5	90	28,594	70	11	90	14,297	59	21
100	61,438	83	5	100	29,366	72	11	100	15,070	62	21

Espess EPS: espessura do isolante térmico; Q<sub>ext</sub>: poupança de energia nas perdas pela fachada; P. Retr: Período de retorno do investimento total.

Tabela 2 – CFMTFA. - zona climática de Inverno: I1; GD=1410 [°C.dias]

PExt1				PExt2				PExt3			
Espess EPS [mm]	Poupança		P. Retr [anos]	Espess EPS [mm]	Poupança		P. Retr [anos]	Espess EPS [mm]	Poupança		P. Retr [anos]
	Q <sub>ext</sub> [kWh]	%			Q <sub>ext</sub> [kWh]	%			Q <sub>ext</sub> [kWh]	%	
0	0,000	-	-	0	0,000	-	-	0	0,000	-	-
40	42,638	66	7	40	18,274	51	15	40	8,122	38	-
50	46,022	71	6	50	20,304	57	14	50	9,475	44	-
60	48,391	74	6	60	21,658	61	14	60	10,490	49	-
70	50,083	77	6	70	23,011	65	13	70	11,167	52	-
80	51,437	79	6	80	24,026	68	13	80	11,844	56	25
90	52,790	81	6	90	25,042	70	12	90	12,521	59	24
100	53,806	83	6	100	25,718	72	12	100	13,198	62	23

Espess EPS: espessura do isolante térmico; Q<sub>ext</sub>: poupança de energia nas perdas pela fachada; P. Retr: Período de retorno do investimento total.

Tabela 3 – Unidades de Lisboa - zona climática de Inverno: I1; GD=1190 [°C.dias]

PExt1				PExt2				PExt3			
Espess EPS [mm]	Poupança		P. Retr [anos]	Espess EPS [mm]	Poupança		P. Retr [anos]	Espess EPS [mm]	Poupança		P. Retr [anos]
	Q <sub>ext</sub> [kWh]	%			Q <sub>ext</sub> [kWh]	%			Q <sub>ext</sub> [kWh]	%	
0	0,000	-	-	0	0,000	-	-	0	0,000	-	-
40	35,986	66	8	40	15,422	51	18	40	6,854	38	-
50	38,842	71	7	50	17,136	57	17	50	7,997	44	-
60	40,841	74	7	60	18,278	61	16	60	8,854	49	-
70	42,269	77	7	70	19,421	65	15	70	9,425	52	-
80	43,411	79	7	80	20,278	68	15	80	9,996	56	-
90	44,554	81	7	90	21,134	70	15	90	10,567	59	-
100	45,410	83	7	100	21,706	72	15	100	11,138	62	-

Espess EPS: espessura do isolante térmico; Q<sub>ext</sub>: poupança de energia nas perdas pela fachada; P. Retr: Período de retorno do investimento total.



Face aos resultados obtidos, verifica-se que a aplicação do sistema ETICS apresenta benefícios, permitindo a redução do consumo de energia para aquecimento dos edifícios de alojamento e serviços da FA. Esses benefícios variam em função do tipo de parede a isolar, do valor de GD para o concelho onde a Unidade da FA se localiza e da espessura do isolamento térmico a aplicar. No entanto, se a análise for apenas económica, só existe efectivamente benefício a partir do momento em que as poupanças no custo da energia ultrapassam o valor dos custos globais acumulados, ou seja desde que se atinge o ponto de retorno do investimento.

Observando os resultados das tabelas e os gráficos do anexo G, reflectidos nas tabelas 1 a 3, verifica-se que o benefício varia linearmente com a espessura do isolamento de reforço. Por exemplo, analisando os valores da tabela 1, para os edifícios da BA5, onde o inverno é mais rigoroso, o retorno do investimento para as paredes de alvenaria ordinária revestidas com 40mm de espessura de isolante térmico é alcançado em 6 anos e para as restantes espessuras, até aos 100mm, o mesmo é atingido em 5 anos. Na primeira situação a poupança de energia atinge os 66% e na segunda atinge os 83%. Já nos edifícios das Unidades do concelho de Lisboa, onde o inverno é menos rigoroso, para o mesmo tipo de paredes, o retorno do investimento é obtido passados 8 anos para o isolamento de 40mm de espessura e passados 7 anos para isolamentos a partir dos 50 até aos 100mm. A poupança de energia atinge os mesmos valores em percentagem quando comparado com os valores da situação existente (Tabela 3).

Ao analisar as paredes duplas de alvenaria de tijolo furado (tabelas 1 a 3), constata-se que apenas das não isoladas se obtêm períodos de retorno do investimento próximos dos preconizados pela EPBD (11 anos). Mesmo assim as percentagens relativas de poupança de energia rondam os 51% para a espessura de 40mm de isolante e de 72% para a espessura de 100mm (tabela 1). Quanto às paredes duplas com isolante térmico na caixa-de-ar, os períodos de retorno situam-se acima dos 21 anos na BA5 e acima dos 25 anos para Unidades de Lisboa. Aqui a poupança varia de 38% a 62%, entre os 40mm e os 100mm de reforço de isolamento (tabela 3).

Verifica-se que existe sempre poupança de energia relativa à situação existente, sendo este facto transversal a qualquer uma das situações, quer em relação ao tipo de paredes, quer em relação ao nível de reforço do isolamento térmico do sistema ETICS. Diminui desde a parede de alvenaria ordinária até à parede dupla com isolamento na



caixa-de-ar e aumenta linearmente com a espessura do isolante entre os 40mm e os 100mm (desde 38% a 82%).

Estes resultados permitem constatar a viabilidade do sistema ETICS, em relação à economia de energia, na reabilitação das paredes de alvenaria ordinária e de alvenaria de tijolo furado, das fachadas dos edifícios em estudo, desde que as mesmas não apresentem constrangimentos de carácter arquitectónico, histórico e de estabilidade. No caso de edifícios com paredes de alvenaria ordinária, a sua reabilitação prevê um incremento na sua vida útil superior a 10 anos e de 15 anos para paredes de alvenaria de tijolo furado sem isolamento, com a espessura do isolamento térmico a variar entre os 60 e os 100 mm. Refira-se que o investimento inicial e a poupança de energia aumentam com a espessura. Quanto às paredes em alvenaria de tijolo furado com isolamento, a sua reabilitação com recurso ao sistema ETICS tem viabilidade reduzida, relativamente à economia de energia, visto que o período de retorno, na melhor das hipóteses, é de 21 anos para a BA5 (tabela 1) e de 23 para o CFMTFA (tabela 2). A partir dos dados do quadro 3 constata-se que em 91% das paredes dos edifícios em estudo (alvenaria ordinária 23% e alvenaria de tijolo furado sem isolamento (68%) é viável a utilização do sistema ETICS nas eventuais acções de reabilitação.

De acordo com os resultados da análise anterior considera-se a primeira hipótese comprovada. Assim, é possível afirmar que a aplicação do sistema ETICS na reabilitação de fachadas dos edifícios da FA contribui para o aumento da eficiência energética dos mesmos, de forma muito significativa, independentemente do tipo de paredes das fachadas.

### **3. Influência do sistema ETICS nas condições de conforto dos utentes**

Em primeiro lugar torna-se necessário referir que o conceito de conforto térmico depende de variáveis mensuráveis como temperatura ambiente, velocidade do ar, humidade relativa, radiação, entre outras. Mas depende também de variáveis não quantificáveis, como o estado de espírito, a educação, os hábitos, entre outras. Como tal, pode afirmar-se que a sensação de conforto varia de pessoa para pessoa.

As condensações superficiais interiores dependem da temperatura interior e da humidade relativa do ar interior, mas a eventual manifestação patológica associada verifica-se, invariavelmente, em zonas onde o U do elemento construtivo apresenta valores superiores aos máximos admitidos ou não cumpre os requisitos mínimos de qualidade



térmica preconizados pelo RCCTE (quadro 6, quadro 7 e tabela 4). A humidade em excesso prejudica a saúde e o conforto das pessoas, porque favorece a colonização biológica, contribui para a degradação dos elementos construtivos e afecta o aspecto das paredes.

#### **a. Influência na qualidade do ar interior**

Viu-se que a humidade relativa é um indicador do conforto dos utentes, em relação à qualidade do ar interior, ao aspecto e à degradação dos materiais de construção. Dos diversos factores que condicionam a humidade relativa e a difusão do vapor<sup>20</sup>, entre os quais se encontram a produção de vapor, capacidade de adsorção<sup>21</sup> dos materiais, a ventilação, as condições climatéricas exteriores e interiores, tomam particular importância, no âmbito deste trabalho, o isolamento térmico e as pontes térmicas, pois dependem do desempenho do sistema ETICS.

Constata-se que as condensações superficiais interiores se verificam essencialmente nas zonas das pontes térmicas planas (isolamento térmico insuficiente) (figura 5). Se essas condensações persistirem, conjugadas com outras condições de baixa luminosidade e estagnação do ar, o desenvolvimento de manchas e de bolores fica favorecido, podendo ainda provocar a degradação dos materiais de revestimento e acabamento, designadamente estuques e rebocos. A condensação pode ocorrer ainda no interior dos elementos construtivos, especialmente quando a camada mais fria e impermeável se encontra no interior desse elemento, designando-se neste caso por “condensação interna” (figura 6). Além de danificar o elemento construtivo onde se desenvolve, a humidade pode diminuir drasticamente a sua resistência térmica aumentando significativamente a condutividade térmica do elemento.

---

<sup>20</sup> Difusão de vapor é o transporte molecular do vapor de água que se mantém entre duas concentrações diferentes quando postas em contacto, até que atinjam o equilíbrio.

<sup>21</sup> Processo pelo qual um material poroso retém moléculas de água na(s) superfície(s) dos poros.

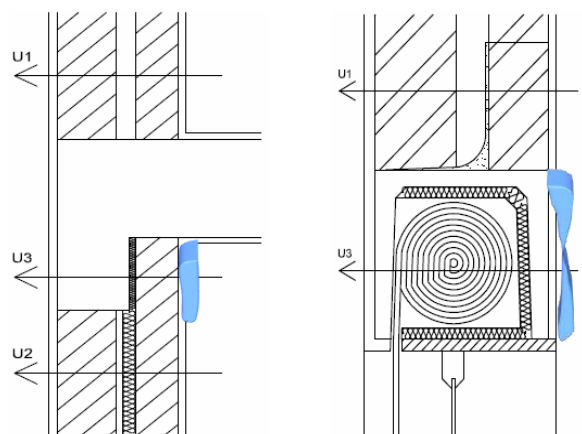


Figura 5 – Zona de ocorrência de condensações superficiais

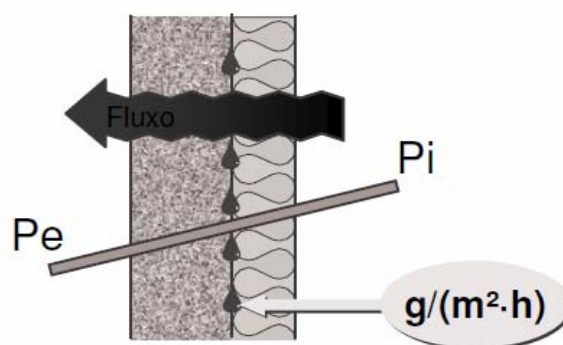


Figura 6 – Esquema da ocorrência de condensações internas

Pi, Pe - Pressão parcial de vapor de água<sup>22</sup> no interior e no exterior, respectivamente.

Sendo assim, torna-se necessário determinar de que forma a resistência térmica da fachada e, conseqüentemente a aplicação do sistema de isolamento ETICS, irá influenciar o desenvolvimento deste fenômeno e o conforto dos utentes.

O risco de condensação pode ser prevenido por processos de redução da produção de vapor de água, promovendo o aquecimento do ambiente interior e uma adequada taxa de ventilação dos espaços e, conseqüentemente, a diminuição da humidade relativa do ar. O reforço do isolamento térmico da envolvente do edifício, neste caso das paredes exteriores com o sistema ETICS, tem um papel preponderante no aumento da temperatura superficial interior das paredes e na eliminação das pontes térmicas planas e do diferencial de temperaturas superficiais verificadas nas superfícies interiores das paredes exteriores (Henriques, 1995).

Um dos requisitos de qualidade do isolamento térmico é a sua continuidade. Contudo, esta exigência torna-se complexa para determinados sistemas de isolamento

<sup>22</sup> Pressão que teria o vapor de água se ocupasse individualmente o volume ocupado pela mistura de ar.



térmico e para certos tipos de parede, como é o caso de alvenaria dupla com isolamento térmico na caixa-de-ar (figura 7a). Pelo contrário, em paredes de alvenaria com isolamento pelo exterior do tipo ETICS, a continuidade do isolamento é inerente ao sistema (figura 7b).

### b. Requisitos mínimos de qualidade térmica

Para quantificar as heterogeneidades, o RCCTE apresenta três tipos de pontes térmicas planas típicas, frequentes nos edifícios da FA, ilustradas na figura 8.

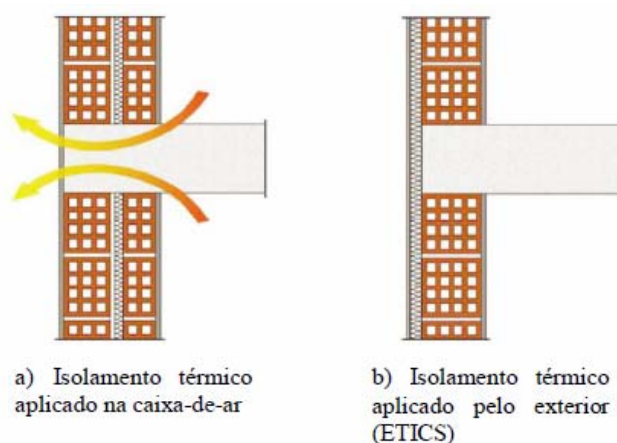


Figura 7 – Continuidade do isolamento térmico em função do sistema utilizado

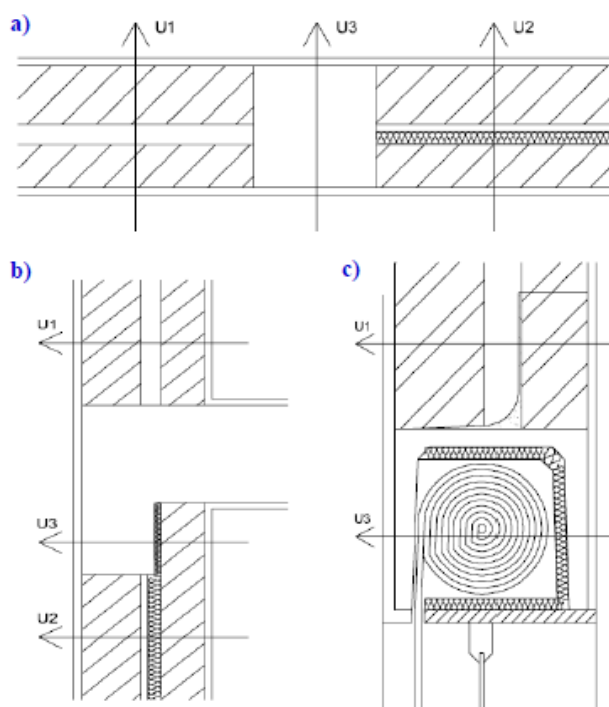


Figura 8 – Pontes térmicas planas:

- a) - correspondente a um pilar intermédio;
- b) - correspondente a talão de viga; c) - correspondente a





caixa-de-estore.

Em relação às “pontes térmicas planas”, o RCCTE impõe, nos n.ºs 1 e 2 do Anexo IX (QUADRO IX.1), requisitos mínimos de qualidade térmica. Um refere que nenhuma ponte térmica plana pode ter um valor de U, calculado de forma unidimensional na direcção normal à envolvente, superior ao dobro do dos elementos adjacentes (U1 ou U2). O outro refere que o valor de U terá de ser sempre inferior a um valor máximo admissível (quadro 6).

Quadro 6 – Requisitos mínimos de qualidade térmica

Pontes Térmicas Planas
$U_{(zona\ não\ corrente)} \leq 2 * U_{(zona\ corrente)}$
$U_{(zona\ não\ corrente)} \leq U_{máx}$

Quadro 7 – U [w/m²C] máximos admissíveis

Elemento da envolvente	Zona climática		
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>
Paredes exteriores	1,80	1,60	1,45
Coberturas e pavimentos	1,25	1,00	0,90

Assim, para as pontes térmicas planas típicas dos edifícios da FA, representadas na figura 8, podemos estabelecer as seguintes relações:  $U_3 \leq 2U_1$ ;  $U_3 \leq 2U_2$ ;  $U_3 \leq U_{max}$ .

Esta exigência de qualidade térmica tem, justamente, como objectivo evitar que ocorram condensações nas zonas das pontes térmicas.

Tabela 4 – Requisitos mínimos regulamentares em relação aos valores de U



Requisito mínimo de qualidade térmica (U)				
Situação	Elemento	Tijolo Furado		
		Simplex	Dupla 30cm s/isolamento	Dupla 30cm c/isolamento
Existente	ZC	1,33	1,05	0,63
	2-ZC	2,66	2,10	1,26
	PV	3,00	2,79	2,34
	CE	3,33	3,39	3,39
ETICS 40mm	ZC	0,57	0,51	0,39
	2-ZC	1,14	1,02	0,78
	PV	0,75	0,74	0,70
	CE <sup>(1)</sup>	0,95	0,96	0,77
ETICS 60mm	ZC	0,44	0,41	0,32
	2-ZC	0,88	0,82	0,64
	PV	0,55	0,54	0,52
	CE <sup>(1)</sup>	0,77	0,77	0,56
ETICS 80mm	ZC	0,36	0,34	0,28
	2-ZC	0,72	0,68	0,56
	PV	0,43	0,42	0,41
	CE <sup>(1)</sup>	0,65	0,65	0,56

ZC – zona corrente; PV – pontes térmicas relativas a pilares e vigas;

CE - Pontes térmicas relativas a caixas-de-estore.

<sup>1</sup> - Se existir caixa de estore ela terá que ser isolada pelo interior, variando a espessura em função da condição  $U_{CE} \leq 2 * U_{ZC}$ .

Analisando as paredes objecto do presente estudo, para o caso da sua reabilitação através do recurso ao sistema de isolamento térmico pelo exterior ETICS, a tabela 4 apresenta os resultados relativos aos requisitos mínimos de qualidade térmica em relação às pontes térmicas planas, considerando as várias espessuras de isolamento.

Para o estudo foi tido em conta que as paredes de alvenaria ordinária são paredes resistentes e como tal, por não possuírem pilares nem vigas, não apresentam pontes térmicas planas relativas a estas heterogeneidades. Quanto às caixas-de-estore, quando existem, elas são normalmente exteriores. No entanto, se forem enquadradas nas paredes, o seu isolamento térmico terá que ser sempre executado pelo interior.

No caso das paredes de alvenaria de tijolo, tendo em conta a sua construção mais recente, a tecnologia relativa às caixas de estore implica que, para poderem garantir a exigência de qualidade térmica, sejam isoladas pelo interior, solução esta que abrange todas as situações tecnológicas actuais relativas às caixas-de-estore.

Da análise à tabela 4 conclui-se:



- (1) Para a situação existente:
  - (a) Em zona corrente (ZC) todas as situações garantem o requisito mínimo de qualidade térmica  $U_{ZC} \leq U_{\max}$ , já que ficam sempre abaixo do valor máximo admissível para a zona I<sub>3</sub> que é de 1,45 [W/m<sup>2</sup>°C];
  - (b) Em relação às pontes térmicas associadas a pilares e vigas (PV) e às caixas-de-estore (CE), nenhuma das soluções verifica o requisito mínimo de qualidade térmica [ $U_{(\text{zona não corrente})} \leq 2 * U_{(\text{zona corrente})}$ ];
- (2) Para as situações de reforço de isolamento térmico pelo exterior com o sistema ETICS (40, 60 e 80 mm de espessura), verifica-se que qualquer um dos tipos de parede analisados garante os requisitos mínimos de qualidade térmica.

Para qualquer das opções de reforço do isolamento térmico pelo exterior com o sistema ETICS estão garantidas as condições mínimas de conforto evitando o fenómeno de condensações superficiais interiores, desde que a caixa de estore seja isolada termicamente em função da condição:

$$U_{CE} \leq 2 * U_{ZC}$$

### c. Influência no desconforto localizado

O desconforto localizado verifica-se quando a temperatura radiante é assimétrica<sup>23</sup>. A radiação directa proveniente de fachadas voltadas a sul, particularmente dos vãos envidraçados, pode provocar este tipo de desconforto, nomeadamente durante os períodos de maior incidência do Sol.

Além da temperatura radiante assimétrica, a inércia térmica de um edifício (I<sub>t</sub>) é outro indicador que influencia o desconforto localizado e o conforto dos utentes. A inércia térmica é um conceito associado à capacidade de armazenamento de calor da envolvente dos edifícios que influencia directamente a capacidade de amortecimento das variações de temperatura que se verificam no exterior. Traduz-se por um amortecimento (φ) e um desfasamento temporal (μ) dos picos de temperatura observados no interior em relação ao exterior (Figura 9), (Freitas, 2006: 40). O desfasamento caracteriza-se pelo período de tempo necessário para que a diferença de

---

<sup>23</sup> Diferença da temperatura média de radiação entre os dois lados opostos a uma superfície plana.

temperatura que ocorre numa face da parede chegue à face oposta. O amortecimento refere-se à redução da amplitude térmica. O desfasamento é proporcional à espessura da parede e o amortecimento aumenta exponencialmente com a mesma. Assim, a espessura além de ajudar muito no desfasamento, é essencial no amortecimento.

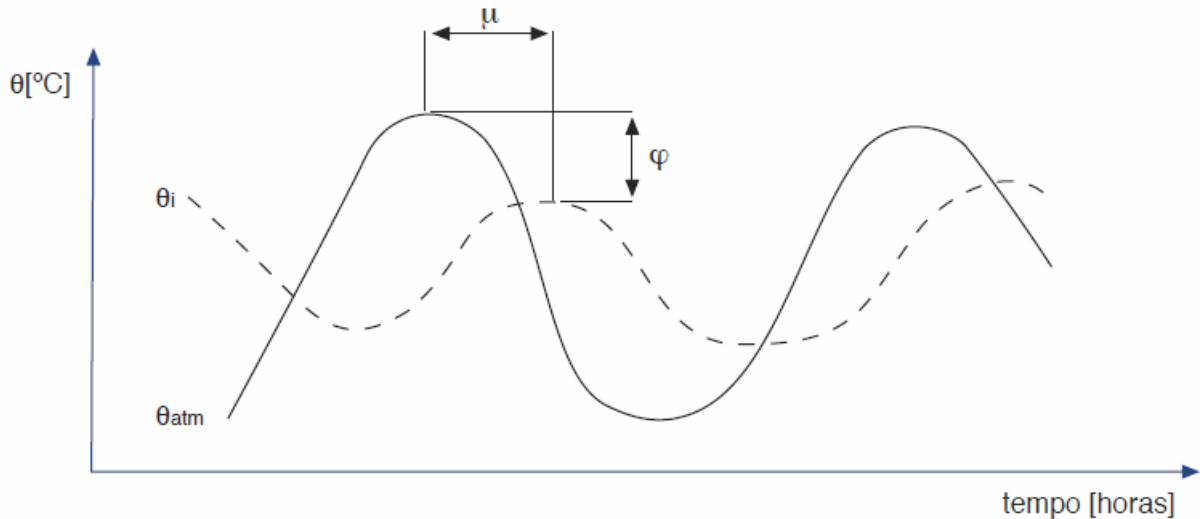


Figura 9 - Influência da inércia térmica na flutuação da temperatura interior em relação à exterior (Freitas, 2006: 40)

Designando por difusidade térmica o indicador de difusão da temperatura ao longo da espessura da parede, ele vai depender da condutibilidade térmica ( $\lambda$ ) do material, ou seja, da velocidade com que a energia térmica atravessa a parede por condução, e do calor específico volumétrico ( $\rho c$ ) que é a quantidade de energia térmica necessária para aumentar a temperatura de determinado volume de material. A difusidade pode ser indicada pela seguinte expressão (Pessoa, 2009: 29 a 131):

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$$

onde,

$\alpha$ - difusidade térmica [ $\text{m}^2/\text{s}$ ]

$\lambda$  - condutibilidade térmica [ $\text{W}/\text{m}^\circ\text{C}$ ]

$\rho c$  - calor específico volumétrico [ $\text{KJ}/\text{m}^3\text{C}$ ]

Como o calor específico tem pouca variação entre materiais, o amortecimento e o desfasamento vão depender, essencialmente, da massa superficial útil ( $M_{si}$ )<sup>24</sup> da parede (quadro 9) para influenciar a capacidade de armazenamento de calor. O aumento da massa superficial útil irá então permitir que a onda do calor que entra seja amortecida, conseguindo, assim, manter a temperatura interior próxima da média

<sup>24</sup>  $M_{si}$  – Massa por unidade de área do elemento que contribui para a capacidade útil de armazenamento e restituição de calor.



exterior.

Pode assim afirmar-se que o amortecimento depende do coeficiente de transmissão térmica superficial e o desfasamento depende da massa superficial útil ( $M_{si}$ ) da parede.

Em relação à quantificação da inércia térmica, o RCCTE impõe os valores constantes no quadro 8.

**Quadro 8 - Valores máximos de  $M_{si}$  [ $\text{kg/m}^2$ ] das paredes em estudo, impostos pelo RCCTE.**

Localização do elemento de construção	Valores máximos de $M_{si}$ [ $\text{kg/m}^2$ ] a considerar no cálculo de $I_t$	
	Com isolamento térmico <sup>(1)</sup>	Sem isolamento térmico
Elemento da envolvente exterior (parede exterior)	$M_{si} = m_i$	$M_{si} = m_t/2$
	$M_{si} \leq 150$	$M_{si} \leq 150$

<sup>(1)</sup> – (RCCTE, 2006: 2508 e 2509)

$M_{si}$  = massa superficial útil (massa por unidade de área do próprio elemento)

$I_t$  – Inércia térmica;

$m_i$  – massa da parede situada do lado interior do isolamento térmico;

$m_t$  – massa total do elemento da envolvente

**Quadro 9 -  $M_{si}$  [ $\text{kg/m}^2$ ] das paredes em estudo.**

Tipo de elemento	Espessura da alvenaria [m]	
	0,50	0,30
Alvenaria ordinária	1060	
Alvenaria de tijolo furado sem isolamento		300
Alvenaria de tijolo furado com isolamento		150

Verifica-se, pelos dados do quadro 8, que para a opção do revestimento térmico ETICS a massa superficial útil das paredes é totalmente aproveitada para o cálculo de  $I_t$  ( $M_{si} = m_i$ ). Contudo, deve ter-se em conta que para as paredes duplas existentes com isolamento térmico na caixa-de-ar apenas se contabiliza a massa superficial do pano interior.

Refira-se que no verão a inércia térmica dos edifícios é sempre muito vantajosa, enquanto no Inverno é um factor importante nos edifícios com aquecimento contínuo e/ou ocupação intermitente, como é o caso dos edifícios de alojamento da FA.

Efectuando a análise do parâmetro inércia térmica em relação ao caso em estudo pode assim concluir-se que o sistema ETICS, sendo aplicado pelo exterior permite que a parede contribua com o valor máximo da massa superficial útil (RCCTE, 2006: Anexo VII 2.1). Por isso vai também contribuir para a melhoria do conforto térmico, por um lado devido à sua maior capacidade para o amortecimento e para o desfasamento da temperatura entre o exterior e o interior, por outro lado porque permite reduzir a assimetria da temperatura radiante.



Quanto à qualidade do ar interior, nomeadamente em termos da proliferação de fungos e bactérias devidas às manifestações de humidade de condensação, o sistema ETICS desempenha um papel crucial na redução do U nas zonas das pontes térmicas, contribuindo assim para a eliminação das causas das condensações superficiais interiores. Contudo, também terá que ser garantido o reforço do isolamento térmico das caixas de estore pelo seu interior, quando existirem.

Quanto ao desconforto localizado devido à assimetria de temperatura radiante, o sistema ETICS, também desempenha aqui um papel preponderante, na medida em que vai proporcionar um aumento de  $I_t$  e consequentemente da capacidade das paredes poderem absorver parcialmente essa temperatura ( $\varphi$ ).

Verifica-se que a aplicação do sistema ETICS nas fachadas dos edifícios de alojamento e serviços da FA promove também a melhoria do conforto dos utentes, sem que para tal, em algumas situações, seja necessário o recurso a sistemas de climatização, o que garante a sua viabilidade relativamente às Exigências Essenciais de higiene, saúde e ambiente (EE3) (anexo B) na reabilitação das paredes das fachadas dos edifícios em estudo.

Face aos resultados obtidos e da análise efectuada, considera-se que pelas razões expostas a segunda hipótese também é comprovada. Assim, é possível afirmar que a aplicação do sistema ETICS na reabilitação de fachadas dos edifícios da FA contribui para a melhoria das condições de conforto dos seus utentes.

A validação das duas hipóteses que levaram à compreensão da problemática permitem responder afirmativamente à questão central formulada no início do trabalho. Comprova-se com este trabalho de investigação que a FA pode atingir poupanças de energia significativa, entre os 38% e os 82%, com a utilização do sistema ETICS na reabilitação de fachadas de edifícios de alojamento e de serviços. Além disso pode atingir níveis adequados de conforto dos seus utentes pela ausência de condensações superficiais e internas e pela maximização da inércia térmica das paredes. Contudo, o projecto de reabilitação deve ter em conta o estado dos edifícios, o seu desempenho funcional e a previsão da sua vida útil, para determinar a viabilidade económica da aplicação do sistema ETICS, baseada no investimento inicial e no período de retorno do investimento total.

## **Conclusões**

Considerando que o parque edificado da FA se encontra actualmente estabilizado



em termos das suas necessidades para os efectivos actuais, torna-se imperativo desenvolver mecanismos que permitam manter e adaptar os edifícios existentes ao nível das novas exigências funcionais em resposta ao crescimento das expectativas de conforto dos seus utentes e das imposições regulamentares, dentro de critérios aceitáveis de viabilidade económica, técnica, de segurança estrutural e ambiental. Este processo terá ainda que acompanhar os novos objectivos nacionais e globais, rumo à redução do consumo de energia e das emissões de GEE para a atmosfera, com vista à preservação do meio ambiente e à garantia da sustentabilidade da vida no planeta.

Neste contexto, o presente trabalho pretendeu contribuir para esse desígnio, através da pesquisa desenvolvida ao nível da exploração de leituras e entrevistas a entidades de reconhecido mérito no meio científico. O estudo incidiu especificamente na reabilitação das paredes das fachadas exteriores dos edifícios de alojamento e serviços da FA, com focalização na questão central *“Em que medida poderá ser viável a utilização do sistema de isolamento térmico pelo exterior (ETICS) na reabilitação dos edifícios existentes na Força Aérea?”*.

No primeiro capítulo desenvolveu-se o conceito de reabilitação de edifícios, nomeadamente na parte relativa às paredes das fachadas dos edifícios de alojamento e serviços da FA, no âmbito dos actuais objectivos nacionais de redução dos consumos de energia, a eles associados, e dos impactos ambientais, contribuindo para reduzir ao mínimo indispensável as novas construções. Foram caracterizadas as paredes das fachadas dos edifícios da FA e comparadas com o panorama construtivo nacional, tendo-se concluído que a maioria dos edifícios de alojamento e serviços da FA apresentam condições para a aplicação do sistema de revestimento ETICS, dentro das limitações a ter em conta durante o processo de reabilitação, como sejam o tipo de fachada a vulnerabilidade ao choque, os constrangimentos históricos e arquitectónicos e o custo do investimento inicial. Fachadas muito irregulares, em alvenaria aparelhada, capeadas ou de pedra seca, são exemplos de situações que limitam a utilização do sistema ETICS.

No segundo capítulo foi desenvolvido o estudo sobre a influência que tem o reforço do isolamento térmico através do sistema ETICS das fachadas desses edifícios, na redução do consumo de energia para aquecimento. O estudo simulou a aplicação de sucessivas camadas de revestimento com espessuras crescentes de isolamento térmico a variar entre os 40mm e os 100mm, com incrementos de 10mm (anexos G e H). Os resultados permitiram concluir que existem benefícios em relação ao consumo de energia para aquecimento dos edifícios de alojamento e serviços da FA. Esses benefícios vão depender



do tipo de parede a reabilitar, do valor GD e da espessura do isolamento térmico a aplicar. Em termos estritamente económicos, o benefício só é visível a partir do momento que se atinge o retorno do investimento total (anexo G). A poupança de energia, comparando apenas as opções relativas às paredes exteriores, varia em função do tipo de parede existente, à medida que o isolamento aumenta desde os 40mm aos 100mm, entre os 38% e os 82%. Estes resultados permitiram comprovar a primeira hipótese formulada.

No terceiro capítulo foram abordadas as implicações que tem o reforço do isolamento térmico através do sistema ETICS, das paredes em estudo, no conforto dos utentes, designadamente em termos de qualidade do ar interior, do aspecto da face interior das paredes e no desconforto localizado, ou seja em relação às exigências EE3 (anexo B).

Foi possível verificar que a má qualidade do ar interior, afectada pela proliferação de fungos e bactérias devidas às manifestações de humidade, é melhorada, visto que, qualquer espessura de reforço do isolamento térmico através do sistema ETICS, conduz a valores de U, nas zonas de menor resistência térmica (tabela 4), inferiores aos valores mínimos de qualidade térmica, que, em condições normais de uso dos espaços, evita a ocorrência de condensações superficiais e internas.

Relativamente ao desconforto localizado pela assimetria de temperatura radiante, também se concluiu que o sistema ETICS permite reduzir esse efeito, visto que proporciona um aumento de  $I_t$  e como tal, da capacidade das paredes poderem absorver parcialmente a temperatura por radiação. Situação esta que contribui para o aumento do conforto dos utentes.

Constatou-se que é viável a aplicação do sistema ETICS em paredes de fachada de edifícios de alojamento e serviços da FA, caso não se verifiquem constrangimentos históricos, arquitectónicos ou outros que possam vir a ser identificados caso a caso.

A opção pelo sistema ETICS passa por uma análise técnica e económica anterior à elaboração do projecto de reabilitação, tendo em conta o estado do edifício, a estabilidade das paredes e consistência do seu revestimento e o tempo de vida útil esperado para o mesmo.

A economia de energia promovida pelo sistema ETICS é mais significativa em paredes simples de alvenaria ordinária e em paredes de alvenaria de tijolo cerâmico furado, simples e duplas sem isolante térmico na caixa-de-ar, que representam 91% de todos os edifícios estudados. Nas paredes de alvenaria dupla de tijolo cerâmico com isolamento térmico na caixa-de-ar a vantagem principal do sistema ETICS reside na eliminação das pontes térmicas planas, o que limita a sua viabilidade económica.





Por sua vez, os ganhos de conforto para os utentes verificam-se em todos os tipos de paredes exteriores que não disponham de correcção das pontes térmicas planas.

Os resultados deste trabalho de investigação permitem evidenciar que o isolamento térmico pelo exterior através do sistema ETICS possibilita à FA contribuir para a promoção da reabilitação do edificado em detrimento das novas construções. Permite também contribuir para a redução do consumo de energia nos edifícios no contexto dos imperativos nacionais e europeus. Contribui ainda para a defesa do meio ambiente através da redução da produção de resíduos inerentes à construção e das emissões de GEE para a atmosfera.

Os resultados obtidos neste trabalho de investigação permitem à FA ter o conhecimento de que, numa perspectiva holística da reabilitação, a maioria das paredes dos edifícios de alojamento e serviço do seu parque edificado podem ser reabilitadas com recurso à utilização do sistema ETICS. Essa intervenção, apesar do significativo custo do investimento inicial, contribui para os objectivos nacionais e globais de redução do consumo de energia primária, preservação do ambiente, redução das emissões de GEE, garantindo a melhoria do conforto dos seus utentes.

Por tudo o que até aqui foi referido e tendo em conta a viabilidade da aplicação do sistema ETICS às fachadas dos edifícios de alojamento e serviços na FA, recomenda-se:

À DI:

- A promoção da reabilitação dos edifícios existentes da FA, limitando ao mínimo indispensável as novas construções, tendo em conta que o investimento efectuado na reabilitação é recuperável num curto espaço de tempo e que a idade de uma parte significativa dos edifícios de alojamento e serviços da FA se encontra ainda muito longe do final da sua vida útil.
- O desenvolvimento de um plano de reabilitação para o parque edificado da FA, no sentido da promoção da eficiência energética e da redução das emissões de GEE dos edifícios de alojamento e serviços existentes, considerando a viabilidade da aplicação do Sistema ETICS, através de projectos específicos de reabilitação que contemplem a certificação energética dos mesmos;
- A elaboração de uma base de dados que permita identificar em cada ano a prioridade das necessidades de reabilitação dos edifícios existentes em conformidade com os orçamentos disponíveis e que auxilie no desenvolvimento de um eventual plano de reabilitação;



Às Unidades da FA:

- Colaborar com a DI no levantamento dimensional e identificação dos edifícios com necessidade de serem intervencionados, para virem, eventualmente, a ser reabilitados com recurso ao sistema ETICS; incluindo essa informação no plano de obras anual da Unidade, permitindo à DI a elaboração da referida base de dados.

A FA, como instituição pública, deve continuar a prosseguir o seu caminho na tentativa de projectar uma imagem real de referência na procura de soluções inovadoras e eficientes, continuando a pautar as suas acções na prossecução de um desenvolvimento sustentável, contribuindo para a preservação do meio ambiente e para o bem-estar dos seus militares e civis.



## Bibliografia

### **Livros, publicações, manuais e trabalhos:**

- ABALADA, V. H. Marques (2008) - *Aplicação de Sistemas de Isolamento Térmico pelo Exterior (ETICS)*. Coimbra: Universidade de Coimbra, FCTUC, Departamento de Engenharia Civil. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Especialidade de Construções. Coimbra, Julho de 2008.
- ADENE (2009). *Nota Técnica NT-SCE-01 – Método de cálculo para a certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE*,. Lisboa, Abril de 2009;
- AFONSO, C. Francisco, CAP/TMI, IESM – CPOS/FA 2008/2009 (2009) – *Aplicabilidade da Nova Regulamentação de “Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do ar Interior nos Edifícios” a Edifícios Militares*.
- ALVES, Adelino (2001) - *Estabilidade mecânica e aspecto visual das placas de pedra natural no revestimento de paramentos exteriores de paredes*. Coimbra: Universidade de Coimbra, FCTUC, Departamento de Engenharia Civil. Dissertação submetida para obtenção do grau de mestre em engenharia civil - Especialização em Ciências da Construção;
- AVEIRO DOMUS, Associação para o Desenvolvimento da Casa do Futuro (2006) - *Sub Projecto de Isolamento Térmico 2º Relatório de Progresso*. Universidade de Aveiro, Junho de 2006;
- ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA (APICER) [et al.] (2000) – *Manual de Alvenaria de Tijolo*. Coimbra, Setembro de 2000;
- BRITO, MGEN, Hélder (2009). *Entrevista com o autor*. Estado Maior da Força Aérea, Alfragide, Lisboa, 21 de Outubro de 2009;
- CHAVES, Flávio (2009) - *Instalações de Climatização e Refrigeração* - Escola Superior de Tecnologia de Abrantes. Mestrado em Manutenção Técnica de Edifícios;
- Comissão das Comunidades Europeias (2006) – *Livro Verde – Estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura*. 8 de Março de 2006;
- COSTA, V. Martins (2009) – *Como Investimento Próprio, a Reabilitação é mais*



- Económica*. Ingenium. Lisboa: Ingenium Edições. ISSN 0870-5968. II Série, Nº 113, Setembro/Outubro (2009), p. 39;
- DIRECÇÃO GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA - DGEG (2004). *Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais*. DGGE/IP-3E, Lisboa, Novembro de 2004. ISBN 972-8268-33-5;
  - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS (2002) – *Direcção Geral de Energia - Ministério da Economia*;
  - FERREIRA, A. J. Baeta (2009). *Entrevista com o autor*. Estado Maior da Força Aérea, Alfragide, Lisboa, 31 de Outubro de 2009;
  - FERREIRA, M. A. M. Aguiar (2009) - *A Eficiência Energética na Reabilitação*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente. Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais.
  - FREITAS, V. Peixoto (2002) - *Isolamento Térmico de Fachadas Pelo Exterior - Reboco Delgado Armado Sobre Poliestireno Expandido* – ETICS. HT 191A\_02. Optiroc Portugal – Cimentos e Argamassas, Lda. HT 191A\_02, Porto, Dezembro de 2002;
  - FREITAS, V. Peixoto (2006) – *Isolamento Térmico - Aplicação de Poliestireno Extrudido na Envolvente dos Edifícios*. Iberfibran. GEP-10-CT-03, Revisão, Ovar, Outubro de 2006;
  - FREITAS, V. Peixoto (2007) – *Seleccção Técnico-Económica da Espessura de Isolantes Térmicos a Aplicar na Envolvente Exterior Opaca dos Edifícios*. Iberfibran, Poliestireno Extrudido, S. A.. Relatório HT 314R/07, Porto, Março de 2007;
  - FREITAS, V. Peixoto (2009). *Entrevista com o autor* - por telefone. 9 de Outubro de 2009;
  - HENRIQUES, A. Gonçalves (2009) – *O Desenvolvimento Sustentável na Requalificação das Cidades*. Ingenium. Lisboa: Ingenium Edições. ISSN 0870-968. II Série, Nº 113, Setembro/Outubro (2009), p. 42;
  - HENRIQUES, M. A. Fernando (1995) – *Humidade em Paredes*. 2ª ed. Lisboa:



Laboratório Nacional de Engenharia Civil;

- INSTITUTO NACIONAL DA HABITAÇÃO; LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (2006) – *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. 1ª ed. Lisboa. ISBN 972-49-2081-X;
- INETI, (2006) – *Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios Manual de apoio à aplicação do RCCTE*;
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT - WBCSD Portugal (2009). *Eficiência Energética em Edifícios, Realidades*
- LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (LNEC) – *Curso de especialização sobre revestimentos de paredes*. Lisboa, 1995;
- MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO (2008) – *Portugal Eficiência 2015 – Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética*;
- PESSOA C. E. Regadas (2009) - *Relação dos Consumos Energéticos dos Edifícios de Habitação com as Emissões do ciclo de Produção das Soluções Construtivas*. Universidade Do Minho - Departamento de Engenharia Civil Dissertação Apresentada à Universidade do Minho para a Obtenção do grau de Mestre;
- SANTO, Fernando (2009) – *Reabilitação Urbana*. Ingenium. Lisboa: Ingenium Edições. ISSN 0870-5968. II Série, Nº 113, Setembro/Outubro (2009), p. 10-12;
- VEIGA, M. Rosário (2001) – *Revestimentos de Isolamento térmico: Os “Casacos” dos edifícios*. *Arquitectura e Vida*, nº 19, p. 70-75. Setembro de 2001;
- VEIGA, M. Rosário (1997) – *Sistemas de Isolamento Térmico pelo Exterior Com Revestimento Aplicado Sobre Isolante - Aplicação e Avaliação da Qualidade*. Em Actas de Encontro 1997 Materiais de Construção, Inovação e Qualidade. Lisboa, ISMAG, Maio de 1997.
- VEIGA, M. Rosário (2009). *Entrevista com o autor*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 13 de Outubro de 2009.

#### **Directivas e recomendações Comunitárias:**

- Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas (2002) – *Directiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios*,



de 16DEZ2002;

- Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas (2001) – *Directiva 2002/77/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à Promoção da electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da electricidade de 27SET2001;*
- Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas (1993) – *Directiva 93/76/CEE do Conselho relativa à Limitação das emissões de dióxido de carbono através do aumento da eficiência energética (SAVE) , de 13 de Setembro de 1993;*
- Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas (1992) – *Directiva 92/42/CEE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa às Exigências de rendimento para novas caldeiras de água quente alimentadas com combustíveis líquidos ou gasosos, de 21MAI1992;*
- Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas (1982) – *Recomendação 82/604/CEE do Conselho, relativa ao Incentivo aos investimentos no domínio da utilização racional da energia de 28JUL1982;*
- Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas (1976) – *Recomendação 76/492/CEE do Conselho, relativa à Utilização racional da energia através de um melhor isolamento térmico dos edifícios de 4MAI1976;*
- Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas (2006) – *Comunicação da Comissão, relativo ao Plano de Acção para a Eficiência Energética: Concretizar o Potencial de 19OUT2006.*
- *EUROPEAN ORGANISATION FOR TECHNICAL APPROVALS. (EOTA) – Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering. ETAG n.º 004. Brussels. EOTA. MAR2000.*

### **Legislação Nacional:**

- Decreto-Lei n.º 50/2008, Diário da República n.º 56 – 1.ª série de 19 de Março de 2008 - *Alteração ao Decreto -Lei n.º 38 382, de 7 de Agosto de 1951 (RGEU);*
- Decreto-Lei n.º 40/90, Diário da República n.º 31 – I Série de 06-2-1990, Anexo - *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE);*



- Decreto-Lei n.º 78/2006, Diário da República n.º 67 – I Série-A, de 04 de Abril – *Sistema Nacional de Certificação Energética*;
- Decreto-Lei n.º 79/2006, Diário da República n.º 67 – I Série-A, de 04 de Abril – *Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)*;
- Decreto-Lei n.º 80/2006, Diário da República n.º 67 – I Série-A, de 04 de Abril – *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001, Diário da República n.º 243 – I Série-A, de 19 de Outubro - *Programa E4, Eficiência Energética e Energias Endógenas*;
- Decreto-Lei n.º 118/98, Diário da República n.º 105 – I Série-A, de 07 de Maio – *Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)*;
- Decreto-Lei n.º 58/82, Diário da República n.º 105 – I Série-A, de 26 de Fevereiro – *Regulamento de Gestão do Consumo de Energia*;
- Despacho n.º 10250/2008, Diário da República, 2.ª série – N.º 69 de 8 de Abril de 2008 *Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior*;
- Decreto-Lei n.º 555/99 de 16 de Dezembro, Anexo ao Decreto-Lei n.º 26/2010, Diário da República, 1.ª série – N.º 62 de 30 de Março de 2010.

#### **Sítios da Internet:**

- APA – Agência Portuguesa do Ambiente, [Referência de Outubro de 2009], Disponível na Internet em: <<http://www.apambiente.pt>>;
- Direcção Geral de Energia e Geologia, [Referência de Outubro de 2009], Disponível na Internet em: <[www.dgge.pt](http://www.dgge.pt)>;
- Agência para a Energia, [Referência de Dezembro de 2009], Disponível na Internet em: <[www.adene.pt](http://www.adene.pt)>.
- EUROPA – Actividades da União Europeia, Sínteses da Legislação, [Referência de Dezembro de 2009], Disponível na Internet em: <[http://europa.eu/scadplus/scad\\_pt.htm](http://europa.eu/scadplus/scad_pt.htm)>;
- Parlamento Europeu – [Referência de Dezembro de 2009], Disponível na Internet em: <http://www.europarl.europa.eu/>;



- Quercus - Associação Nacional de Conservação da Natureza, [Referência de Dezembro de 2009], Disponível na Internet em: < <http://www.quercus.pt> >;
- AREANATEjo, Agência Regional de Energia e Ambiente do Norte Alentejano e Tejo [referência de Março de 2010], Disponível na Internet em: <http://www.portugal.gov.pt/pt/GC18>;
- Estratégia Nacional de Energia, ENE2020, Uma Inspiração para Portugal, Uma Ideia para o Undo [Referência de Março de 2010], Disponível na Internet em <http://www.portugal.gov.pt>
- Euroconstruct [referência de Março de 2010], Disponível na Internet em: [http://www.euroconstruct.org/service/cotm/portugal08\\_05/country\\_otm.php](http://www.euroconstruct.org/service/cotm/portugal08_05/country_otm.php) (4Mar10)





## Anexo A - Definições

- Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) – É a quantidade de calor que, por unidade de tempo, atravessa uma superfície de área unitária de um elemento da envolvente, por unidade de diferença de temperatura, entre os ambientes que ele separa.
- Condensações internas – Condensações de vapor de água que ocorrem na superfície e/ou no interior dos materiais ou elementos de construção.
- Condensações superficiais – Condensações de vapor de água que surgem quando a temperatura da superfície interior de um elemento de construção é inferior ou igual à temperatura de ponto de orvalho do ar da ambiência interior e são tanto mais prováveis, quanto menor for a resistência térmica do elemento, menor for a temperatura exterior e maior for a humidade relativa do ambiente interior.
- Condutibilidade térmica – Propriedade térmica típica de um material homogéneo que traduz a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma camada de espessura e de área unitárias desse material por unidade de diferença de temperatura entre as duas faces.
- Conforto Térmico - Considera-se que um indivíduo se encontra em conforto termo-higrométrico quando não experimenta qualquer desagrado ou irritação de modo a distraí-lo das suas actividades de momento; *"o estado de espírito em que o indivíduo expressa satisfação em relação ao ambiente térmico* (American Society of Heating Refrigeration and Air Conditions (ASHRAE)).
- Durabilidade - O conceito de durabilidade dos elementos de um edifício está ligada à capacidade desse elemento desempenhar as suas exigências funcionais: utilização, segurança, conforto, saúde e aspecto, ou outra qualquer, para o qual o elemento tenha sido projectado para cumprir, durante um determinado tempo.
- Índice de eficiência energética (IEE) – É o Indicador de Eficiência Energética, ou seja, um valor indicativo do consumo energético por m<sup>2</sup> de energia primária (kgep – kilograma equivalente de petróleo) de um determinado espaço ou edifício.
- Eficiência energética de edifícios – Utilização da menor quantidade de energia primária possível para satisfazer as necessidades de desempenho energético do edifício, nomeadamente as exigências de conforto térmico, qualidade do ar no



interior e água quente sanitária e ao mesmo tempo minimizar as situações patológicas nos elementos de construção;

- Efeito de estufa – Retenção pela atmosfera de parte da radiação solar bem como dos gases com efeito de estufa, nomeadamente o Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ), Óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), Hidrofluorcarbonetos (HFC's), Hidrocarbonetos perfluorados (PFC's) e Hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ) provocando o aumento da temperatura global do planeta;
- Energia primária – Recurso energético que se encontra disponível na natureza (petróleo, gás natural, lenha, etc). Exprime-se, normalmente, em termos da massa equivalente de petróleo (tonelada equivalente de petróleo)<sup>1</sup>;
- Energia Final - Energia disponibilizada sob várias formas, às actividades económicas e famílias, como electricidade, combustíveis (gasolinas, gasóleo, etc.), gás, etc.
- Energia Útil - Energia que o utilizador efectivamente obtém da transformação da energia final, sob a forma de, por exemplo, calor, energia motriz, iluminação;
- Energia renovável – Energia disponível na natureza, de origem natural com capacidade de auto – renovação e inesgotável;
- Inércia térmica de um edifício ( $I_t$ ) - Define a capacidade de amortecimento que este oferece às alterações de temperatura que se verificam no exterior, e resulta da sua capacidade de armazenamento de calor. Traduz-se por um amortecimento e um desfasamento temporal dos picos de temperatura observados no interior em relação ao exterior;
- Isolamento Térmico - Material com condutibilidade térmica ( $\lambda$ ) inferior a 0,065 W/m°C e com uma espessura que conduza a uma resistência térmica superior a 0,5 m<sup>2</sup>\*°C/W (RCCTE, 2006);
- Ponte térmica plana - Designação aplicada a edifícios, sendo uma zona da sua envolvente na qual a resistência térmica é substancialmente inferior em relação à verificada na zona construtiva corrente, em consequência de uma mera alteração de geometria ou pela interposição total ou parcial de um elemento construtivo com um coeficiente de condutibilidade térmica substancialmente mais elevado;
- Ponte térmica linear – singularidade da envolvente do edifício, assimilada a uma perda térmica por unidade de comprimento, que corresponde à ligação entre dois

---

<sup>1</sup> Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)



elementos construtivos exteriores, onde o fluxo térmico é bi ou tridimensional;

- Resistência Térmica de um elemento de construção de faces planas e paralelas – Resistência que esse elemento oferece à passagem de calor, na direcção perpendicular às suas faces, por unidade de tempo e superfície, quando sujeito a um gradiente de temperatura unitário.
- Sustentabilidade - Edifício sustentável é aquele que utiliza medidas ou mecanismos para reduzir ou eliminar o seu impacto no ambiente. Ter consciência de que quando se fala em ambiente, não se conta apenas com as áreas verdes ou áreas fora das zonas urbanas. O objectivo da sustentabilidade é proporcionar conforto e salubridade aos edifícios, garantindo a continuidade dos recursos e minimizando a degradação do meio ambiente a vários níveis; Por desenvolvimento sustentável entende-se o desenvolvimento que satisfaz as necessidades actuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades.



## Anexo B - Classificação funcional e exigências essenciais dos revestimentos exteriores de paredes

Classificação funcional	Principais tipos de revestimento usados em Portugal
Revestimentos de estanquidade	<ul style="list-style-type: none"><li>- Placas de pedra natural, com fixação mecânica ao suporte e lâmina de ar;</li><li>- Placas de outros materiais (plásticos, cerâmicos, metálicos ou compósitos), com fixação mecânica ao suporte e lâmina de ar ventilada.</li></ul>
Revestimentos de impermeabilização	<ul style="list-style-type: none"><li>- Revestimentos de ligantes sintéticos armados;</li><li>- Rebocos tradicionais;</li><li>- Rebocos pré-doseados (monocamada ou outros);</li><li>- Revestimentos de ligante misto (cimento e resina).</li></ul>
Revestimentos de isolamento térmico	<ul style="list-style-type: none"><li>- Revestimentos por elementos descontínuos independentes com isolante na caixa-de-ar;</li><li>- Revestimentos por componentes isolantes;</li><li>- Revestimentos delgados aplicados sobre isolantes (ETICS).</li></ul>
Revestimentos de acabamento ou decorativos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Revestimentos de argamassas de ligante mineral com inertes de material isolante;</li><li>- Revestimentos por elementos descontínuos colados ou fixados mecanicamente sem lâmina de ar (ladrilhos, azulejos, pedras naturais, etc.);</li><li>- Revestimentos por pintura.</li></ul>

### Exigências Funcionais para Revestimentos de Paredes Exteriores

A Directiva dos Produtos da Construção estabelece as seguintes Exigências Essenciais para os produtos, materiais e sistemas a utilizar na construção de edifícios:

- *estabilidade* (EE1);
- *segurança contra riscos de incêndio* (EE2);
- *higiene, saúde e ambiente* (EE3);
- *segurança no uso* (EE4);
- *protecção contra o ruído* (EE5);
- *economia de energia* (EE6).

A *durabilidade* e a *adequabilidade ao uso* são propriedades essenciais para que as exigências essenciais possam ter sentido.

As Exigências Essenciais são aplicáveis às paredes no seu conjunto, mas os



revestimentos das paredes têm que verificar determinados requisitos para poderem desempenhar as funções que lhe são atribuídas e para que a parede onde se integram possam cumprir as exigências essenciais. É o caso do revestimento exterior de fachada com placas de pedra natural fixadas indirectamente ao suporte (Alves, 2002) onde o problema da estabilidade tem que ser considerado, nomeadamente em relação ao sistema de fixação de forma a garantir a estabilidade das placas, de forma durável, na situação real da sua aplicação.

Por outro lado, num revestimento de impermeabilização de ligante sintético, correntemente designado por membrana elástica, não faz sentido avaliar a sua estabilidade, mas as exigências de *higiene, saúde e ambiente* e de *segurança contra riscos de incêndio* devem ser consideradas com particular atenção.

Algumas das exigências essenciais estão cobertas por regulamentos. É o caso da EE1 (quando aplicável) e da EE2. Noutras situações é mais difícil definir exigências, como é o caso da EE3, que pode implicar características como, por exemplo, *contacto não-agressivo* e *ausência de emissões tóxicas ou poluentes*; a EE4 que implica, geralmente, *reduzida permeabilidade à água*; *elevada permeabilidade ao vapor de água*; *reduzida susceptibilidade à fendilhação*; *reduzida tendência para aderência de sujidades*; *facilidade de limpeza*; ou ainda a durabilidade que pode implicar *resistência à água*; *compatibilidade química com o suporte*; *resistência à fendilhação*; *resistência aos choques*.

Há ainda que ter em conta que, para além das situações mais correntes, indicadas na tabela anterior e que são consideradas nas definições mais gerais de requisitos, existem situações onde se deve considerar como fundamentais outras exigências. Por exemplo, nos revestimentos para edifícios antigos, nomeadamente com valor patrimonial e histórico, são particularmente importantes aspectos como: *não degradar as paredes pré-existentes*; *compatibilidade química, física e mecânica com os materiais antigos*; *reversibilidade*, ou, pelo menos, *reparabilidade* das intervenções.



## **Anexo C - External Thermal Insulation Composite System (ETICS)**

### **1. Identificação**

A sigla ETICS designa, de acordo com a ETAG n.º 004 (EOTA, 2000), os sistemas de isolamento térmico prefabricados, aplicados pelo exterior sobre um suporte e revestido através de um reboco armado realizado numa ou em várias camadas. A resistência térmica do sistema deverá ser de, pelo menos,  $1 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ .

### **2. Evolução histórica**

A segunda Guerra Mundial originou uma difícil situação económica na Europa. Os custos com o aquecimento dos edifícios, associado à escassez de combustíveis, tornaram-se factores de enorme preocupação.

Esta situação estimulou os estudos com vista à procura de soluções para reduzir o consumo de energia. Desses estudos resultou que a aplicação de isolamento térmico na envolvente dos edifícios seria inevitável e que a solução mais eficaz correspondia à sua aplicação pelo exterior.

Na década de 40 do século passado surgiu na Suécia um sistema de isolamento térmico pelo exterior constituído por lã mineral revestida com um reboco de cimento e cal. Alguns autores indicam que o responsável pelo desenvolvimento do sistema ETICS, tal como o conhecemos actualmente, foi o inventor alemão Edwin Horbach. Após contactos com um fabricante alemão de poliestireno expandido, o seu sistema de isolamento térmico iniciou a sua aplicação em finais da década de 50 do século XX.

Em finais dos anos 60, Frank Morsilli<sup>1</sup>, introduziu o sistema ETICS no mercado dos Estados Unidos da América<sup>2</sup>, onde sofreu algumas alterações para se adaptar ao tipo de construção americano. Mas foi durante a crise energética do final dos anos 60 e início dos anos 70 que o interesse por este sistema se destacou.

Em Portugal apenas se verificou a sua introdução, de uma forma definitiva, no final do século XX.

### **3. Constituição do sistema**

Segundo o Professor Vasco Peixoto Freitas, estes sistemas caracterizam-se de uma

---

<sup>1</sup> Fundador da empresa Dryvit Systems, Inc.

<sup>2</sup> Nos Estados Unidos da América utiliza-se a sigla EIFS (*Exterior Insulation and Finish Systems*) para designar os ETICS;

forma geral por uma camada de isolamento térmico aplicada sobre a superfície exterior das paredes (suporte) de forma a protegê-las contra as solicitações climáticas e mecânicas.

O sistema ETICS mais frequente é constituído por placas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com um reboco delgado, aplicado em várias camadas, armado com uma ou várias redes de fibra de vidro (figura C1). O acabamento é executado geralmente por um revestimento plástico espesso (RPE).

Relativamente à forma de fixação, os ETICS podem classificar-se em:

- Sistemas colados (incluindo ou não fixações mecânicas complementares);
- Sistemas fixos mecanicamente (incluindo ou não colagem complementar);
- Sistemas mistos, simultaneamente fixos mecanicamente e colados.

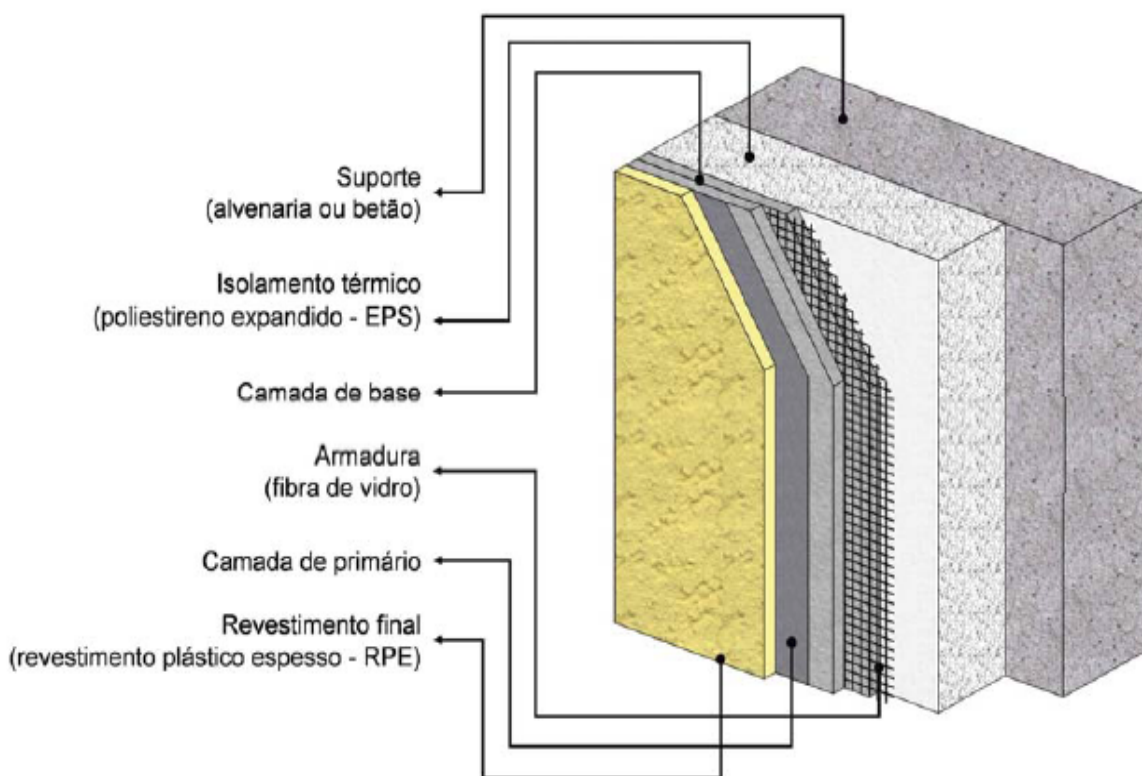


Figura C – Composição esquemática de um sistema ETICS - reboco delgado armado sobre poliestireno expandido

Segundo Vasco Peixoto Freitas o sistema é composto pelos seguintes elementos e materiais:

#### a. Suporte

Os ETICS destinam-se a ser aplicados em superfícies planas verticais exteriores de edifícios novos ou existentes (reabilitação), e também em superfícies horizontais ou



inclinadas desde que não estejam expostas à precipitação (superfícies cujo ângulo com a vertical não seja superior a 5°).

Os suportes podem ser constituídos por:

- Paredes em alvenaria de tijolo, blocos de betão, pedra ou betão celular;
- Paredes de betão de inertes correntes ou leves;
- Painéis prefabricados de betão;
- Paredes em blocos de betão leve com argila expandida;

Os acabamentos do suporte podem ser rebocados, pintados ou com revestimentos orgânicos ou minerais.

## **b. Materiais constituintes**

### **(1) Produto de colagem**

Produto utilizado para a preparação da cola que se destina a fixar, por aderência, o isolamento térmico ao suporte. Trata-se, geralmente, de um produto pré-preparado fornecido em pó, ao qual se adiciona apenas água; em pó para mistura com um determinado ligante (resina); em pasta (copolímero em dispersão), à qual se adiciona 30% em peso de cimento Portland.

### **(2) Isolamento térmico – poliestireno expandido (EPS)**

O isolamento térmico destina-se a aumentar a resistência térmica da parede na qual é aplicado o sistema. Os componentes químicos do poliestireno expandido são o poliestireno, o agente expensor (principalmente o pentano) e o ar. Pode ser fornecido em placas com contorno plano ou com entalhe. A espessura de isolamento a utilizar deverá ser definida pelo cálculo térmico, mas nunca inferior a 30mm.

As placas de poliestireno expandido que se destinam a integrar um sistema ETICS deverão satisfazer as especificações do documento “*Polystyrène expansé moulé certifié ACERMI - Spécifications particulières à l'emploi comme support d'enduit mince (PSE collé et fixe mécaniquement)*”.

### **(3) Armaduras**

São utilizadas armaduras de fibra de vidro (tecidas ou termo-coladas), incorporadas na camada de base, com tratamento de protecção anti-alcalino.





Distinguem-se dois tipos de armaduras: as “armaduras normais” têm como função melhorar a resistência mecânica do reboco e assegurar a sua continuidade; as “armaduras reforçadas” são utilizadas como complemento das armaduras normais para melhorar a resistência aos choques do reboco. As características das armaduras podem seguir as indicadas no documento “Certification CSTB at des treillis textiles pour enduits de *façade* - *Définition des caractéristiques des armatures utilisées dans les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolants*”.

#### **(4) Produto de base**

Produto que se destina à preparação da argamassa de reboco a aplicar directamente sobre o isolamento térmico (camada de base). Geralmente, o produto utilizado é idêntico ao produto de colagem. A camada de base consiste num reboco (barramento) com alguns milímetros de espessura, realizado em várias passagens sobre o isolamento, de forma a permitir o completo recobrimento da armadura.

#### **(5) Primário**

O primário consiste numa pintura opaca à base de resinas em solução aquosa, que é aplicada sobre a camada de base. É necessário que o produto seja compatível com a alcalinidade da camada de base. A função da camada de primário é regular a absorção e melhorar a aderência da camada de acabamento. Alguns sistemas não incluem esta camada.

#### **(6) Revestimento final**

Como revestimento final é normalmente utilizado um revestimento plástico espesso (RPE).

Podem, no entanto, ser utilizados outros revestimentos desde que convenientemente testados e especificados no documento de homologação do sistema. A camada de acabamento contribui para a protecção do sistema contra os agentes climáticos e assegura o aspecto decorativo. É aplicada sobre a camada de base ou sobre a camada de primário (caso exista).



### **(7) Fixação mecânica do isolamento**

Nos sistemas colados, apesar da sua estabilidade ser totalmente assegurada pela colagem, é possível utilizar fixações mecânicas complementares. As fixações mecânicas destinam-se, eventualmente, a fixar provisoriamente as placas de isolamento até à secagem da cola ou, em caso de descolagem do sistema, a evitar a sua queda. São utilizadas fixações compostas por buchas em plástico de cabeça circular com, pelo menos, 50 mm de diâmetro e por um prego ou parafuso metálico no seu interior.

### **(8) Acessórios**

Os ETICS incluem também outros produtos e componentes utilizados para reforço de pontos singulares, ligação com elementos construtivos e para assegurar a continuidade do sistema.

Para reforço das arestas do sistema são utilizados perfis realizados em alumínio, aço inoxidável, fibra de vidro ou ainda em PVC ou alumínio com armaduras de fibra de vidro. Os perfis metálicos de ligação com elementos construtivos poderão ser em: alumínio ou aço inoxidável (perfis de arranque, perfis laterais à vista ou não, peitoris, capeamentos); alumínio pré-lacado ou anodizado (perfis à vista); zinco (rufos e capeamentos). Não deverão ser utilizados perfis em aço galvanizado. As faces dos perfis sobre os quais seja aplicado reboco, deverão ter uma largura mínima de 30 mm e apresentar, pelo menos, duas fiadas de orifícios que correspondam a 15% da superfície (diâmetro dos orifícios deverá ter cerca de 6 mm).

Os produtos utilizados para preenchimento de juntas, de forma a garantir a estanquidade à água entre o sistema e os elementos construtivos, deverão ser quimicamente compatíveis com o poliestireno expandido. São geralmente utilizados mastiques elastómeros ou plásticos de 1.<sup>a</sup> categoria (silicone, poliuretano, acrílicos, etc.) e cordões de espuma impregnada.

## **4. Vantagens e desvantagens**

Segundo a Engenheira Engenheira Civil, Investigadora Principal no Departamento de Edifícios do LNEC e Chefe do Laboratório de Revestimentos de Paredes, “os ETICS constituem, quando bem aplicados, um casaco que envolve todo o edifício, protegendo não



só o interior, mas também a estrutura e as alvenarias, das variações climáticas. Este conceito tornou-se tão importante que se generalizou nos últimos anos, em França, a sugestiva designação de *murmanteau* para as técnicas de isolamento térmico pelo exterior, rapidamente transposta para Itália, onde começou também a usar-se a designação de sistema *cappotto*.

Estes sistemas-casaco têm algumas vantagens em relação a procedimentos mais tradicionais:

- protecção da estrutura e das paredes em relação aos choques térmicos, o que implica redução dos movimentos diferenciais de origem térmica entre a alvenaria e a estrutura, e um acréscimo de durabilidade destes elementos;
- facilidade de correcção das pontes térmicas, sem recorrer a pormenores construtivos complexos;
- maior conforto térmico, principalmente no Verão, devido à maior inércia térmica no interior do isolamento térmico;
- Contribuição importante para a estanquidade da parede
- Grande liberdade de acabamentos e texturas
- Se as vantagens descritas são sempre sensíveis, quer em construção nova quer em edifícios já em uso, quando se trata de reabilitação de edifícios elas são acrescidas de mais alguns aspectos favoráveis:
- facilidade de aplicação sem que os moradores sejam desalojados, mesmo temporariamente;
- reabilitação térmica e, em simultâneo, de estanquidade e de aspecto;

Este último factor é muito importante, já que é frequente, nos edifícios em uso, com deficiências de isolamento térmico, haver também deficiências de estanquidade à água e necessidade de renovação estética. Ora a correcta concepção e aplicação dos sistemas implica um considerável contributo para a impermeabilização da parede. De facto, faz parte das exigências funcionais aplicáveis que o revestimento, no seu conjunto, seja pouco fissurável, tenha baixa absorção de água e permeabilidade ao vapor de água relativamente elevada, para que o isolante não permaneça humedecido por períodos de tempo longos - o que o faria perder resistência térmica - e, ainda, para que não haja condensações na interface. Além disso, o isolante mais frequentemente usado - o poliestireno expandido moldado - é pouco absorvente de água.

Por outro lado, os ETICS têm, também, desvantagens:

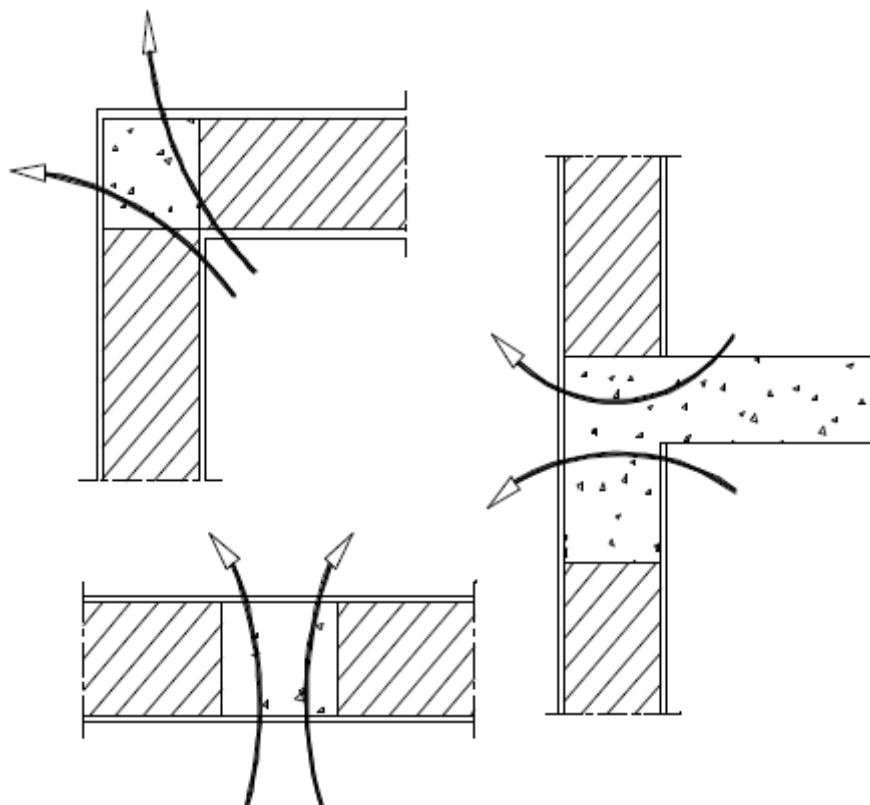


- reacção ao fogo mais elevada que as soluções de revestimento habitualmente usadas, baseadas em produtos minerais;
- custo inicial elevado;
- necessidade de equipa especializada para aplicação;
- aplicação mais difícil e mais cara quando as fachadas têm muitas aberturas e pormenores Complicados.

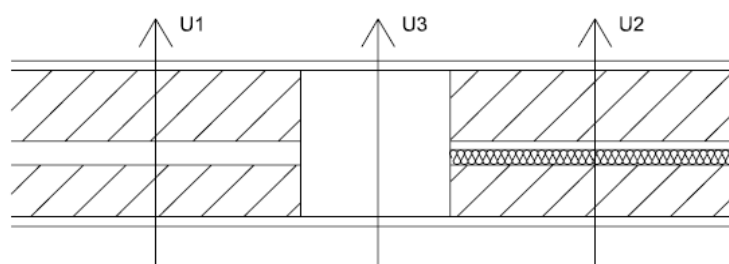
Assim, se tivermos em conta não só a reabilitação térmica e os ganhos inerentes em energia, em conforto e em durabilidade da construção, mas também a reabilitação de estanquidade e a renovação estética que teriam, eventualmente, que ser feitas noutras operações, o custo de uma solução deste tipo poderá passar a ser competitivo, tudo dependendo um pouco da estereotomia da fachada, que determinará a complexidade do tratamento dos pormenores e, portanto, em larga medida, os custos de mão-de-obra.” (Veiga, 1997: 4 e 5).

## Anexo D - Exemplos de pontes térmicas planas e lineares

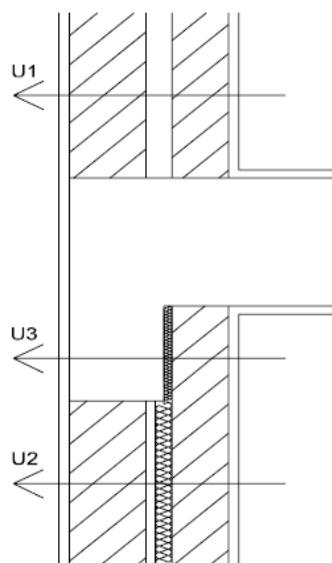
### 1. Pontes térmicas planas



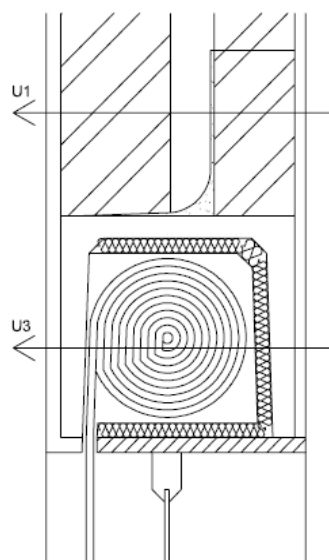
**Figura D1.1** - Pontes térmicas planas correspondentes a pilares, vigas e topo de lajes, sem correcção térmica.



**Figura D1.2** - Ponte térmica plana correspondente a um pilar intermédio.

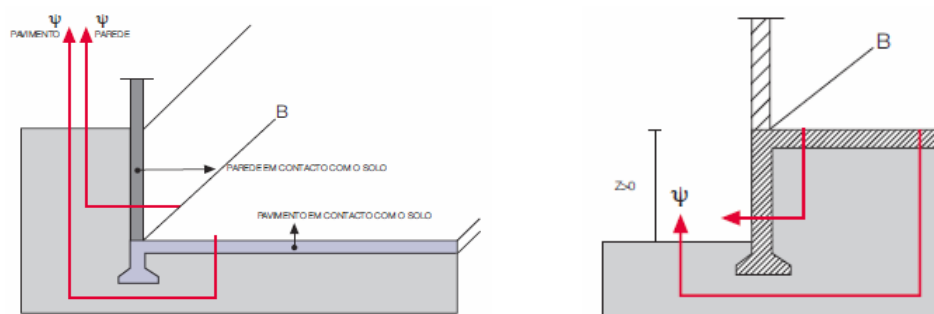


**Figura D1.3** - Ponte térmica plana correspondente a talão de viga.

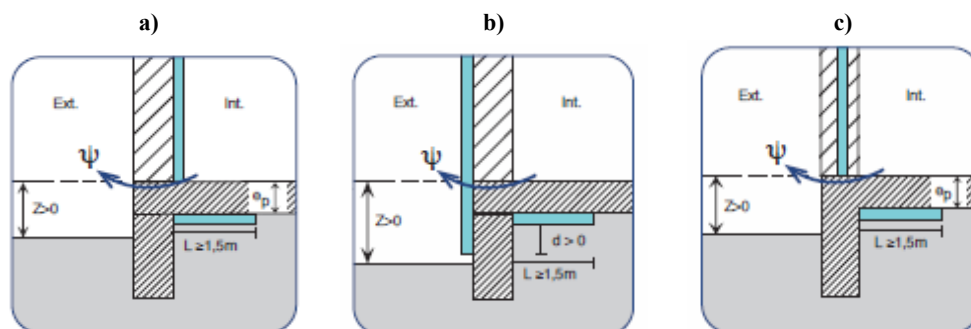


**Figura D1.4** - Ponte térmica plana correspondente a caixa-de-estore.

## 2. Pontes térmicas lineares

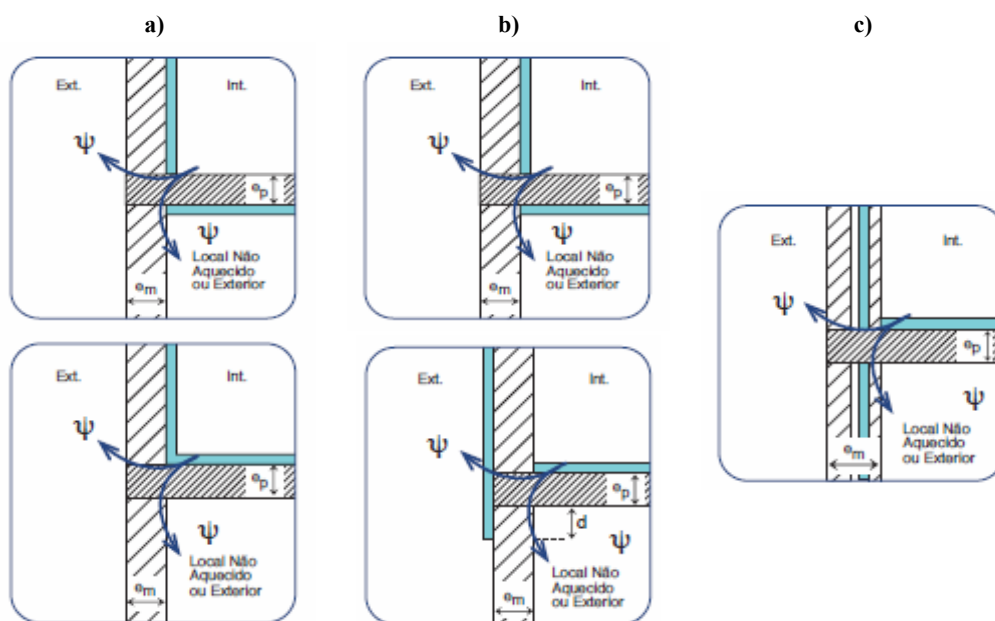


**Figura D2.1** - Ligação da fachada com pavimentos térreos



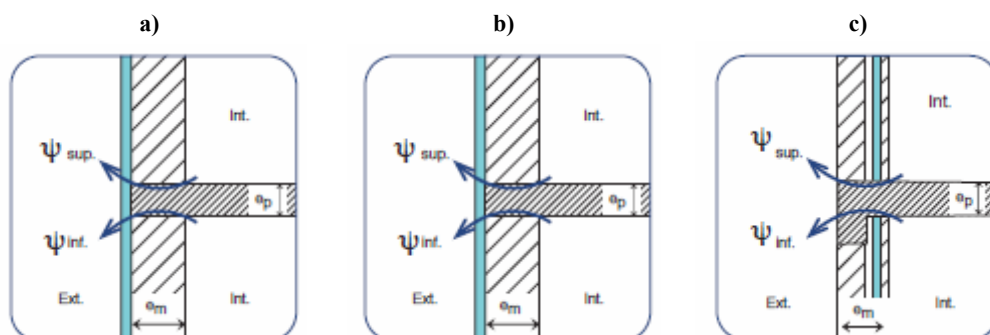
**Figura D2.2** - Ligação da fachada com pavimentos térreos

a) Isolamento pelo interior; b) Isolamento pelo exterior; c) Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas.



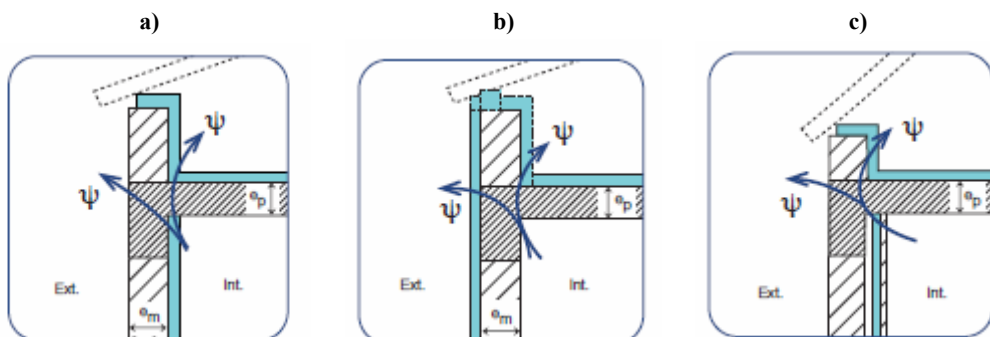
**Figura D2.3** - Ligação da fachada com pavimentos sobre locais não aquecidos.

a) Isolamento pelo interior; b) Isolamento pelo exterior; c) Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas.



**Figura D2.4** - Ligação da fachada com pavimentos intermédios.

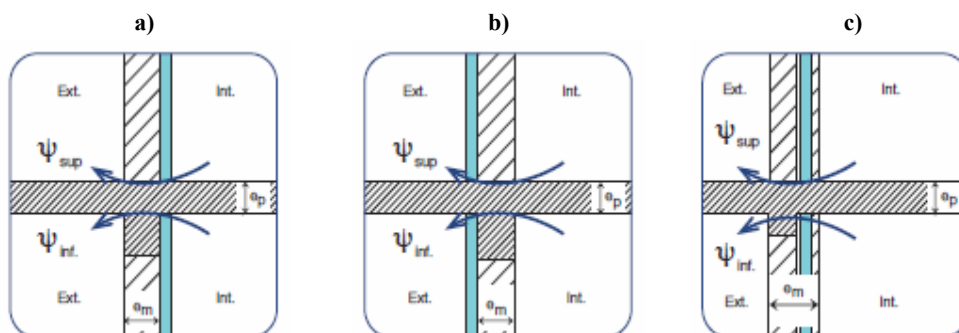
a) Isolamento pelo interior; b) Isolamento pelo exterior; c) Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas.



**Figura D2.5** - Ligação da fachada com cobertura inclinada ou terraço.

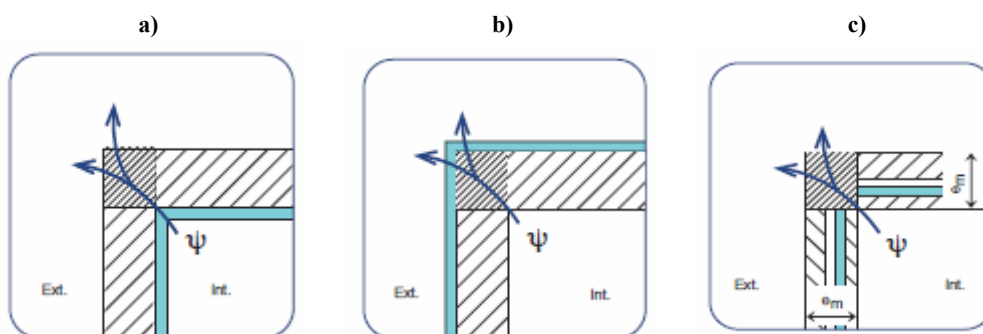
a) Isolamento pelo interior da parede e pelo exterior da cobertura; b) Isolamento pelo exterior; c) Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar da parede da fachada e isolamento pelo interior da cobertura.





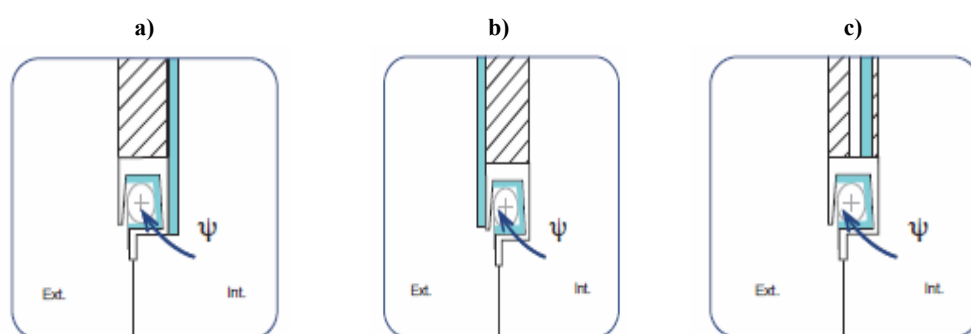
**Figura D2.6** - Ligação da fachada com varanda.

a) Isolamento pelo interior; b) Isolamento pelo exterior; c) Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas.



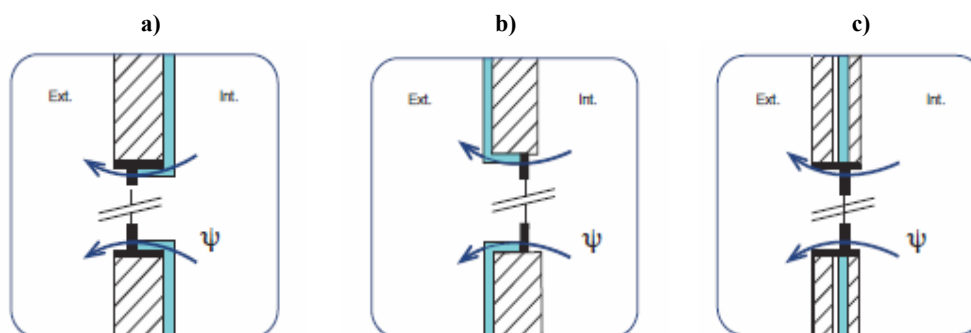
**Figura D2.7** - Ligação entre duas paredes verticais.

a) Isolamento pelo interior; b) Isolamento pelo exterior; c) Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas.



**Figura D2.8** - Ligação da fachada com caixa-de-estore.

a) Isolamento pelo interior; b) Isolamento pelo exterior; c) Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas.



**Figura D2.9** - Ligação da fachada/padieira, ombreira ou peitoril.

**a)** Isolamento pelo interior; **b)** Isolamento pelo exterior; **c)** Isolamento repartido ou isolante na caixa-de-ar de paredes duplas.





## **Anexo E - Metodologia de cálculo da energia necessária para compensar as perdas e os ganhos de calor pela envolvente opaca das paredes exteriores**

### **1. Energia necessária para compensar as perdas de calor pelas paredes exteriores, durante a estação de aquecimento**

De acordo com a metodologia do RCCTE, o cálculo do índice ( $N_{ic}$ ) é dado pela seguinte expressão:

$$N_{ic} = \left( Q_t + Q_v - \frac{Q_{gu}}{A_p} \right) [\text{kWh/m}^2 \cdot \text{ano}]$$

Onde:

$Q_t$  – perdas de calor por condução através da envolvente durante toda a estação de aquecimento;

$Q_v$  - perdas de calor por renovação de ar;

$Q_{gu}$  - ganhos de calor úteis, resultantes da iluminação, dos equipamentos, dos ocupantes e dos ganhos solares através dos envidraçados;

$A_p$  – área útil de pavimento.

Destes parâmetros, apenas interessa ao estudo a parcela ( $Q_t$ ) que por sua vez resulta da soma de quatro outras parcelas:

$$Q_t = Q_{ext} + Q_{int} + Q_{pe} + Q_{pt} [\text{W}]$$

Em que:

$Q_{ext}$  – perdas de calor pelas zonas correntes da envolvente em contacto com o exterior;

$Q_{int}$  - perdas de calor pelas zonas correntes da envolvente em contacto com locais não aquecidos;

$Q_{pe}$  – perdas de calor pelos pavimentos e paredes em contacto com o solo;

$Q_{pt}$  – perdas de calor através das pontes térmicas lineares.

No âmbito do RCCTE estas parcelas são abordadas na sua formulação média em regime permanente embora sejam por natureza fenómenos instacionários, dado que, como são todas integradas ao longo da estação de aquecimento, os efeitos instacionários compensam-se e podem ser desprezados (RCCTE, 2006, anexo IV, p 2484).

A parcela de energia necessária para compensar as perdas de calor pelas paredes exteriores é determinada através da seguinte expressão:

$$Q_{ext} = U \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_{ext}) [\text{W}]$$



ou,

$$Q_{ext} = 0,024 \cdot U \cdot A \cdot GD [kwh]$$

Onde:

$U$  - coeficiente de transmissão térmica da parede (em  $W/m^2\text{°C}$ );

$A$  - área da parede medida pelo interior (em  $m^2$ );

$\theta_i$  - temperatura do ar no interior do edifício (em  $^{\circ}\text{C}$ );

$\theta_{atm}$  - temperatura do ar exterior (em  $^{\circ}\text{C}$ );

$GD$  - nº de graus-dias de aquecimento (em  $^{\circ}\text{C.dias}$ ).

Verifica-se que nesta expressão existe apenas uma variável para uma determinada fachada de um edifício específico, que é o ( $U$ ). Como o objectivo é reduzir as perdas ( $Q_{ext}$ ), então terá que se actuar no coeficiente de transmissão térmica superficial ( $U$ ) da parede. As condições ambientais de referência, nomeadamente em termos de temperatura ambiente e temperatura do ar exterior, são apresentadas, respectivamente no Artigo 14º e no quadro III.9 do RCCTE, segundo padrões típicos médios, admitidos como os mais prováveis. Os números de graus-dias estão indicados no quadro III.1 do mesmo regulamento. Para efeitos do estudo considera-se um valor de área unitário.

O parâmetro complementar ( $U$ ) é obtido da seguinte forma:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_j R_j + R_{se}} [W/m^2 \cdot ^{\circ}\text{C}]$$

Em que:

$R_j$  - resistência térmica da camada  $j$  [ $m^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/W$ ];

$R_{si}$  e  $R_{se}$  - resistências térmicas superficiais interior e exterior, respectivamente [ $m^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/W$ ].

## 2. Energia necessária para compensar os ganhos de calor pelas paredes exteriores, durante a estação de arrefecimento

De acordo com a mesma metodologia (RCCTE, 2006, Anexo V: 2500), o cálculo do índice ( $N_{vc}$ ) é dado pela seguinte expressão:

$$N_{vc} = Q_g \cdot (1 - \mu) / A_p [kwh/m^2 \cdot ano]$$

Onde:

$Q_g$  - balanço entre os ganhos e perdas térmicas do edifício durante toda a estação de arrefecimento;

$(1 - \mu)$  - factor de utilização de ganhos solares e internos na estação de arrefecimento;



$A_p$  – área útil de pavimento.

A parcela ( $Q_{gt}$ ) resulta da soma de três outras parcelas:

$$Q_{gt} = Q_i + Q_s + Q_{opaco} \text{ [w]}$$

Em que:

$Q_i$  – ganhos internos;

$Q_s$  – ganhos solares através dos vãos envidraçados;

$Q_{opaco}$  – ganhos solares através da envolvente opaca.;

Destes parâmetros, apenas interessa ao estudo a parcela ( $Q_{opaco}$ ).

A quantidade de energia necessária para compensar os ganhos de calor pelas paredes exteriores é determinada através da seguinte expressão:

$$Q_{opaco} = 2,928 * \left( \sum_j U_j * A_j \right) * (\theta_{ext} - \theta_i) + \sum_j U_j * A_j * \left( \frac{\alpha_j * I_{rj}}{h_e} \right) [\text{kwh}]$$

Uma vez que os valores médios da temperatura do ar exterior  $\theta_{atm}$  são sempre inferiores a 25 °C para todas as zonas climáticas de Verão (RCCTE, Anexo III – Quadro III.9), a 1ª parcela da equação, de acordo com a metodologia adoptada, será sempre nula em Portugal, donde:

$$Q_{opaco} = \sum_j U_j * A_j * \left( \frac{\alpha_j * I_{rj}}{h_e} \right) [\text{kwh}]$$

$U_j$  – coeficiente de transmissão térmica do elemento j da envolvente opaca, ( $\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ );

$A_j$  – área do elemento j da envolvente, ( $\text{m}^2$ );

$\theta_{atm}$  – temperatura média do ar exterior ( $^\circ\text{C}$ );

$\theta_i$  – temperatura interior referência (Verão – 25  $^\circ\text{C}$ );

$\alpha_j$  - coeficiente de absorção solar da superfície exterior do elemento da envolvente j  
;

$I_{rj}$  – energia solar incidente por orientação j, ( $\text{kWh/m}^2$ );

$h_e$  – condutância térmica superficial exterior elemento j, ( $25\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ).

Para uma determinada parede de área  $A_j$ , o valor de  $Q_{opaco}$  depende U, de  $\alpha_j$  e de  $I_r$



Por exemplo: uma parede de um edifício de uma Unidade de Lisboa (GD=1190 (°C.dias )) orientada a SW (maior valor de  $I_r = 430 \text{ (kWh/m}^2\text{)}$ ), de cor média ( $\alpha=0,5$ );

$$Q_{\text{ext}}=0,024*1190*UA = \mathbf{28,56*UA};$$

$$Q_{\text{opaco}}=UA*0,5*430*0,04 = \mathbf{8,6*UA}$$

Conclusão: nas condições mais desfavoráveis, o valor da energia necessária para compensar os ganhos pela envolvente opaca durante a estação de arrefecimento é 1/3 da energia necessária para compensar as perdas pela mesma envolvente.



## **Anexo F – Zonamento climático de Portugal continental (RCCTE, ANEXO III)**

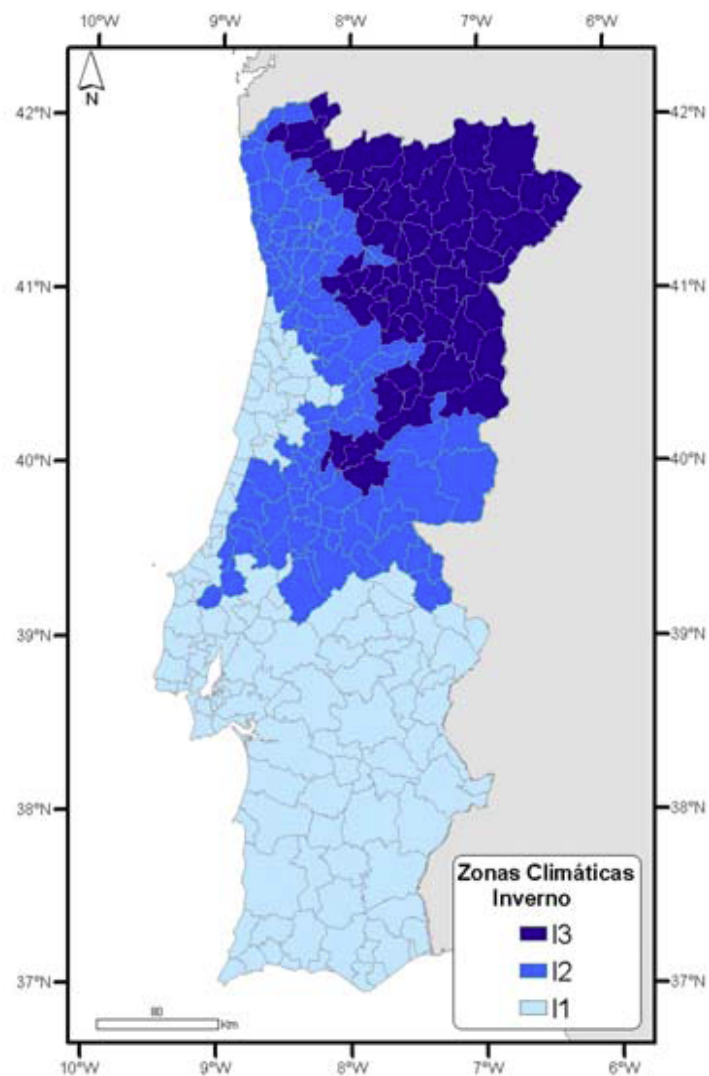


Figura F1 – Portugal Continental – Zonas climáticas de Inverno



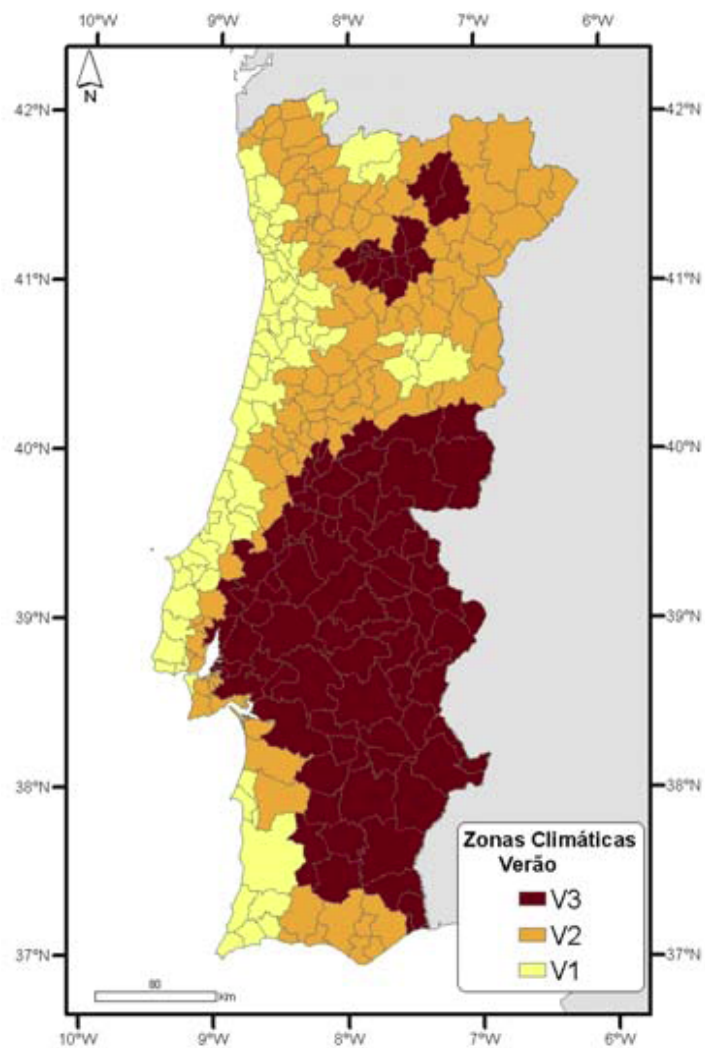


Figura F2 – Portugal Continental – Zonas climáticas de Verão



Quadro F – Distribuição dos concelhos de Portugal continental segundo as zonas climáticas e correspondentes dados climáticos de referência.

CONCELHO	Zona Climática Inverno			Zona Climática Verão
		N.º Graus- -dias (GD <sub>20</sub> ) [°C.dias]	Duração estação aquec. [meses]	
<b>ABRANTES</b>	<b>I2</b>	1630	6,0	<b>V3</b>
ÁGUEDA	I1	1490	6,7	V1
AGUIAR DA BEIRA	I3	2430	7,3	V2
ALANDROAL	I1	1320	6,0	V3
ALBERGARIA-A-VELHA	I1	1470	6,3	V1
ALBUFEIRA	I1	1130	5,3	V2
ALCÁÇER DO SAL	I1	1240	5,3	V3
ALCANENA	I2	1680	6,0	V2
ALCOBAÇA	I2	1640	6,3	V1
ALCOCHETE	I1	1150	5,3	V3
ALCOUTIM	I1	1270	5,0	V3
ALENQUER	I1	1410	5,7	V2
ALFANDEGA DA FÉ	I3	2340	7,7	V2
ALIJO	I3	2500	7,0	V3
ALJEZUR	I1	1120	5,3	V1
ALJUSTREL	I1	1260	5,7	V3
ALMADA	I1	1160	5,3	V1
ALMEIDA	I3	2540	7,7	V2
ALMEIRIM	I1	1340	5,7	V3
ALMODOVAR	I1	1390	5,7	V3
ALPIARÇA	I1	1360	5,7	V3
ALTER DO CHÃO	I1	1340	6,0	V3
ALVAIÁZERE	I2	1810	6,0	V3
ALVITO	I1	1220	5,3	V3
AMADORA	I1	1340	5,7	V1
AMARANTE	I2	2040	6,7	V2
AMARES	I2	1690	7,0	V2
ANADIA	I1	1460	6,3	V2
ANSIÃO	I2	1780	6,0	V2
ARCOS DE VALDEVEZ	I3	2250	6,7	V2
ARGANIL	I2	2050	7,0	V2
ARMAMAR	I3	2370	6,3	V3
AROUCA	I2	2050	7,0	V1
ARRAIOLOS	I1	1380	5,7	V3
ARRONCHES	I1	1460	6,3	V3
ARRUDA DOS VINHOS	I1	1480	5,3	V2
AVEIRO	I1	1390	6,0	V1
AVIS	I1	1230	5,7	V3
AZAMBUJA	I1	1360	5,7	V3
<b>BAIÃO</b>	<b>I3</b>	2150	6,7	<b>V3</b>
BARCELOS	I2	1660	6,7	V1
BARRANCOS	I1	1250	5,7	V3
BARREIRO	I1	1150	5,3	V2
BATALHA	I2	1890	6,0	V1
BEJA	I1	1290	5,7	V3



BELMONTE	I2	1970	7,7	V2
BENAVENTE	I1	1180	5,3	V3
BOMBARRAL	I1	1380	5,7	V1
BORBA	I1	1500	6,0	V3
BOTICAS	I3	2600	7,7	V1
BRAGA	I2	1800	7,0	V2
BRAGANÇA	I3	2850	8,0	V2
<b>CABECEIRAS DE BASTO</b>	I3	2180	7,3	V2
CADAVAL	I2	1530	5,7	V1
CALDAS DA RAINHA	I1	1500	6,0	V1
CAMINHA	I2	1930	6,3	V2
CAMPO MAIOR	I1	1330	6,3	V3
CANTANHEDE	I1	1470	6,3	V1
CARRAZEDA DE ANSIÃES	I3	2500	7,7	V2
CARREGAL DO SAL	I2	1550	7,3	V2
CARTAXO	I1	1250	5,3	V3
CASCAIS	I1	1230	6,0	V1
CASTANHEIRA DE PERA	I3	2310	6,3	V3
CASTELO BRANCO	I2	1650	6,7	V3
CASTELO DE PAIVA	I2	1680	7,0	V1
CASTELO DE VIDE	I2	1620	6,7	V3
CASTRO D'AIRE	I3	2410	7,0	V2
CASTRO MARIM	I1	1100	4,7	V3
CASTRO VERDE	I1	1230	5,7	V3
CELORICO DA BEIRA	I3	2240	7,7	V1
CELORICO DE BASTO	I2	1950	7,0	V2
CHAMUSCA	I2	1550	6,0	V3
CHAVES	I3	2560	7,3	V2
CINFÃES	I3	2350	7,0	V2
COIMBRA	I1	1460	6,0	V2
CONDEIXA-A-NOVA	I2	1560	6,0	V2
CONSTÂNCIA	I2	1590	6,0	V3
CORUCHE	I1	1350	5,7	V3
COVILHÃ	I3	2250	7,3	V2
CRATO	I1	1460	6,3	V3
CUBA	I1	1320	5,7	V3
<b>ELVAS</b>	I1	1410	6,0	V3
ENTRONCAMENTO	I1	1470	6,0	V3
ESPINHO	I2	1530	6,7	V1
ESPOSENDE	I2	1610	6,7	V1
ESTARREJA	I1	1420	6,3	V1
ESTREMOZ	I1	1460	6,0	V3
ÉVORA	I1	1390	5,7	V3
<b>FAFE</b>	I2	2090	7,0	V2
FARO	I1	1060	4,3	V2
FEIRA	I2	1710	6,7	V1
FELGUEIRAS	I2	1870	7,0	V2
FERREIRA DO ALENTEJO	I1	1220	5,7	V3
FERREIRA DO ZÊZERE	I2	1780	6,0	V3
FIGUEIRA DA FOZ	I1	1450	6,3	V1
FIGUEIRA DE CASTELO RODRIGO	I3	2450	8,0	V2
FIGUEIRÓ DOS VINHOS	I2	2010	6,0	V3
FORNOS DE ALGODRES	I2	2060	7,7	V1
FREIXO DE ESPADA À CINTA	I3	2370	8,0	V2
FRONTEIRA	I1	1320	6,0	V3
FUNDÃO	I2	1990	7,0	V3



<b>GAVIÃO</b>	<b>I2</b>	1570	6,0	<b>V3</b>
GÓIS	<b>I3</b>	2190	6,7	<b>V2</b>
GOLEGÃ	<b>I1</b>	1380	6,0	<b>V3</b>
GONDOMAR	<b>I2</b>	1620	7,0	<b>V1</b>
GOUVEIA	<b>I3</b>	2440	8,0	<b>V1</b>
GRÂNDOLA	<b>I1</b>	1320	5,3	<b>V2</b>
GUARDA	<b>I3</b>	2500	8,0	<b>V1</b>
GUIMARÃES	<b>I2</b>	1770	7,0	<b>V2</b>
<b>IDANHA-A-NOVA</b>	<b>I2</b>	1520	6,7	<b>V3</b>
ÍLHAVO	<b>I1</b>	1440	6,3	<b>V1</b>
<b>LAGOA</b>	<b>I1</b>	980	5,0	<b>V2</b>
LAGOS	<b>I1</b>	970	5,0	<b>V1</b>
LAMEGO	<b>I3</b>	2360	6,3	<b>V3</b>
LEIRIA	<b>I2</b>	1610	6,0	<b>V1</b>
LISBOA	<b>I1</b>	1190	5,3	<b>V2</b>
LOULÉ	<b>I1</b>	1330	5,0	<b>V2</b>
LOURES	<b>I1</b>	1330	5,7	<b>V2</b>
LOURINHÃ	<b>I1</b>	1310	5,7	<b>V1</b>
LOUSÃ	<b>I2</b>	1890	6,3	<b>V2</b>
LOUSADA	<b>I2</b>	1810	7,0	<b>V2</b>
<b>MAÇÃO</b>	<b>I2</b>	1810	6,3	<b>V3</b>
MACEDO DE CAVALEIROS	<b>I3</b>	2590	7,7	<b>V2</b>
MAFRA	<b>I1</b>	1410	6,0	<b>V1</b>
MAIA	<b>I2</b>	1670	7,0	<b>V1</b>
MANGUALDE	<b>I2</b>	1970	7,7	<b>V2</b>
MANTEIGAS	<b>I3</b>	3000	8,0	<b>V1</b>
MARCO DE CANAVEZES	<b>I2</b>	1770	7,0	<b>V2</b>
MARINHA GRANDE	<b>I1</b>	1500	6,3	<b>V1</b>
MARVÃO	<b>I2</b>	1820	6,7	<b>V3</b>
MATOSINHOS	<b>I2</b>	1580	6,7	<b>V1</b>
MEALHADA	<b>I1</b>	1470	6,0	<b>V2</b>
MEDA	<b>I3</b>	2360	7,7	<b>V2</b>
MELGACO	<b>I3</b>	2770	7,7	<b>V1</b>
MÉRTOLA	<b>I1</b>	1230	5,7	<b>V3</b>
MESÃO FRIO	<b>I2</b>	1810	6,3	<b>V3</b>
MIRA	<b>I1</b>	1500	7,0	<b>V1</b>
MIRANDA DO CORVO	<b>I2</b>	1780	6,0	<b>V2</b>
MIRANDA DO DOURO	<b>I3</b>	2690	8,0	<b>V2</b>
MIRANDELA	<b>I3</b>	2270	7,3	<b>V3</b>
MOGADOURO	<b>I3</b>	2560	8,0	<b>V2</b>
MOIMENTA DA BEIRA	<b>I3</b>	2620	6,7	<b>V3</b>
MOITA	<b>I1</b>	1130	5,3	<b>V2</b>
MONÇÃO	<b>I2</b>	2000	6,7	<b>V2</b>
MONCHIQUE	<b>I1</b>	1340	5,7	<b>V1</b>
MONDIM DE BASTO	<b>I3</b>	2450	7,0	<b>V2</b>
MONFORTE	<b>I1</b>	1430	6,3	<b>V3</b>
MONTALEGRE	<b>I3</b>	2820	7,7	<b>V1</b>
MONTEMOR-O-NOVO	<b>I1</b>	1410	5,3	<b>V3</b>
MONTEMOR-O-VELHO	<b>I1</b>	1410	6,3	<b>V1</b>
MONTIJO	<b>I1</b>	1260	5,3	<b>V3</b>
MORA	<b>I1</b>	1270	5,7	<b>V3</b>
MORTÁGUA	<b>I1</b>	1460	6,7	<b>V2</b>
MOURA	<b>I1</b>	1310	5,7	<b>V3</b>
MOURÃO	<b>I1</b>	1290	5,7	<b>V3</b>
MURÇA	<b>I3</b>	2550	7,3	<b>V2</b>
MURTOSA	<b>I1</b>	1400	6,3	<b>V1</b>



<b>NAZARÉ</b>	<b>I1</b>	1480	6,3	<b>V1</b>
NELAS	<b>I2</b>	1770	7,3	<b>V2</b>
NISA	<b>I2</b>	1520	6,3	<b>V3</b>
<b>ÓBIDOS</b>	<b>I1</b>	1370	5,7	<b>V1</b>
ODEMIRA	<b>I1</b>	1240	5,7	<b>V1</b>
ODIVELAS	<b>I1</b>	1320	5,7	<b>V2</b>
OEIRAS	<b>I1</b>	1230	6,0	<b>V1</b>
OLEIROS	<b>I3</b>	2240	6,7	<b>V3</b>
OLHÃO	<b>I1</b>	1010	4,3	<b>V2</b>
OLIVEIRA DE AZEMÉIS	<b>I2</b>	1730	6,7	<b>V1</b>
OLIVEIRA DE FRADES	<b>I2</b>	1830	7,3	<b>V1</b>
OLIVEIRA DO BAIRRO	<b>I1</b>	1410	6,3	<b>V1</b>
OLIVEIRA DO HOSPITAL	<b>I2</b>	1890	7,3	<b>V2</b>
OURIQUE	<b>I1</b>	1300	5,7	<b>V3</b>
OVAR	<b>I1</b>	1480	6,3	<b>V1</b>
<b>PAÇOS DE FERREIRA</b>	<b>I2</b>	1990	7,3	<b>V2</b>
PALMELA	<b>I1</b>	1190	5,3	<b>V3</b>
PAMPILHOSA DA SERRA	<b>I3</b>	2230	6,7	<b>V3</b>
PAREDES	<b>I2</b>	1740	7,0	<b>V1</b>
PAREDES DE COURA	<b>I3</b>	2180	6,3	<b>V2</b>
PEDRÓGÃO GRANDE	<b>I2</b>	1910	6,3	<b>V3</b>
PENACOVA	<b>I2</b>	1510	6,3	<b>V2</b>
PENAFIEL	<b>I2</b>	1750	7,0	<b>V2</b>
PENALVA DO CASTELO	<b>I2</b>	2090	7,7	<b>V1</b>
PENAMACOR	<b>I2</b>	1970	7,0	<b>V3</b>
PENEDONO	<b>I3</b>	2780	7,3	<b>V2</b>
PENELA	<b>I2</b>	1920	6,0	<b>V2</b>
PENICHE	<b>I1</b>	1260	5,7	<b>V1</b>
PESO DA RÉGUA	<b>I2</b>	2040	6,3	<b>V3</b>
PINHEL	<b>I3</b>	2390	7,7	<b>V2</b>
POMBAL	<b>I2</b>	1580	6,0	<b>V2</b>
PONTE DA BARCA	<b>I3</b>	2230	7,0	<b>V2</b>
PONTE DE LIMA	<b>I2</b>	1790	6,3	<b>V2</b>
PONTE DE SOR	<b>I1</b>	1440	6,0	<b>V3</b>
PORTALEGRE	<b>I2</b>	1740	6,7	<b>V3</b>
PORTEL	<b>I1</b>	1400	5,7	<b>V3</b>
PORTIMÃO	<b>I1</b>	940	5,3	<b>V1</b>
PORTO	<b>I2</b>	1610	6,7	<b>V1</b>
PORTO DE MÓS	<b>I2</b>	1980	6,0	<b>V1</b>
PÓVOA DE VARZIM	<b>I2</b>	1570	6,7	<b>V1</b>
PÓVOA DO LANHOSO	<b>I2</b>	1810	7,0	<b>V2</b>
PROENÇA-A-NOVA	<b>I2</b>	1840	6,3	<b>V3</b>
<b>REDONDO</b>	<b>I1</b>	1400	6,0	<b>V3</b>
REGUENGOS DE MONSARAZ	<b>I1</b>	1310	6,0	<b>V3</b>
RESENDE	<b>I3</b>	2500	6,7	<b>V3</b>
RIBEIRA DE PENHA	<b>I3</b>	2600	7,7	<b>V2</b>
RIO MAIOR	<b>I2</b>	1570	6,0	<b>V2</b>
<b>SABROSA</b>	<b>I3</b>	2380	6,7	<b>V3</b>
SABUGAL	<b>I3</b>	2450	7,3	<b>V2</b>
SALVATERRA DE MAGOS	<b>I1</b>	1250	5,3	<b>V3</b>
SANTA COMBA DÃO	<b>I1</b>	1420	7,3	<b>V2</b>
SANTA MARTA DE PENAGUIÃO	<b>I2</b>	2100	6,3	<b>V3</b>
SANTARÉM	<b>I1</b>	1440	5,7	<b>V3</b>
SANTIAGO DO CACÉM	<b>I1</b>	1320	5,7	<b>V2</b>
SANTO TIRSO	<b>I2</b>	1830	7,0	<b>V2</b>
SÃO BRÁS DE ALPORTEL	<b>I1</b>	1460	5,3	<b>V2</b>







SÃO JOÃO DA MADEIRA	I2	1670	6,7	V1
SÃO JOÃO DA PESQUEIRA	I3	2310	7,0	V3
SÃO PEDRO DO SUL	I2	2000	7,3	V2
SARDOAL	I2	1830	6,0	V3
SÁTÃO	I3	2310	7,3	V2
SEIA	I3	2520	7,7	V2
SEIXAL	I1	1130	5,3	V2
SERNANCELHE	I3	2600	7,0	V2
SERPA	I1	1330	5,7	V3
SERTÃO	I2	1980	6,3	V3
SESIMBRA	I1	1190	5,3	V2
SETÚBAL	I1	1190	5,3	V2
SEVER DO VOUGA	I2	1730	7,0	V1
SILVES	I1	1180	5,7	V2
SINES	I1	1150	5,3	V1
SINTRA	I1	1430	6,0	V1
SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	I1	1500	5,7	V2
SOURE	I1	1490	6,0	V2
SOUSEL	I1	1290	6,0	V3
<b>TÁBUA</b>	I2	1620	7,0	V2
TABUAÇO	I3	2460	6,3	V3
TAROUCA	I3	2670	6,3	V3
TAVIRA	I1	1290	4,7	V2
TERRAS DE BOURO	I3	2420	7,0	V2
TOMAR	I2	1650	6,0	V3
TONDELA	I2	1640	7,3	V2
TORRE DE MONCORVO	I3	2330	8,0	V2
TORRES NOVAS	I2	1540	6,0	V3
TORRES VEDRAS	I1	1310	5,7	V1
TRANCOSO	I3	2450	7,7	V2
TROFA	I2	1670	7,0	V1
<b>VAGOS</b>	I1	1470	6,7	V1
VALE DE CAMBRA	I2	2100	7,0	V1
VALENÇA	I2	1820	6,3	V2
VALONGO	I2	1750	7,0	V1
VALPAÇOS	I3	2570	7,3	V3
VENDAS NOVAS	I1	1320	5,3	V3
VIANA DO ALENTEJO	I1	1300	5,3	V3
VIANA DO CASTELO	I2	1760	6,3	V1
VIDIGUEIRA	I1	1300	5,7	V3
VIEIRA DO MINHO	I3	2240	7,3	V2
VILA DE REI	I2	1880	6,0	V3
VILA DO BISPO	I1	960	5,0	V1
VILA DO CONDE	I2	1590	6,7	V1
VILA FLOR	I3	2330	7,7	V2
VILA FRANCA DE XIRA	I1	1220	5,3	V3
VILA NOVA DA BARQUINHA	I2	1560	6,0	V3
VILA NOVA DE CERVEIRA	I2	1830	6,3	V2
VILA NOVA DE FAMALICÃO	I2	1690	7,0	V1
VILA NOVA DE FOZ CÔA	I3	2210	7,7	V2
VILA NOVA DE GAIA	I2	1640	6,7	V1
VILA NOVA DE OURÉM	I2	1750	6,0	V2
VILA NOVA DE PAIVA	I3	2590	7,0	V2
VILA NOVA POIARES	I2	1580	6,3	V2
VILA POUCA DE AGUIAR	I3	2860	7,7	V2
VILA REAL	I3	2660	7,0	V2



VILA REAL DE SANTO ANTÓNIO	<b>I1</b>	1060	4,3	<b>V3</b>
VILA VELHA DE RÓDÃO	<b>I2</b>	1510	6,7	<b>V3</b>
VILA VERDE	<b>I2</b>	1770	6,7	<b>V2</b>
VILA VIÇOSA	<b>I1</b>	1410	6,0	<b>V3</b>
VIMIOSO	<b>I3</b>	2570	8,0	<b>V2</b>
VINHAIS	<b>I3</b>	2830	7,7	<b>V2</b>
VISEU	<b>I2</b>	1940	7,3	<b>V2</b>
VIZELA	<b>I2</b>	1760	7,0	<b>V2</b>
VOUZELA	<b>I2</b>	2010	7,3	<b>V1</b>







Anexo G – Resultados obtidos pelo efeito da evolução do U em resultado da aplicação crescente e sucessiva de diversas espessuras de isolante térmico (variação diferencial de 10mm entre 40 mm e 100mm)

1 - BA5 - Monte Real - zona climática de Inverno: I2; GD = 1610 [°C\*dias]

a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - CONSUMOS																				
Anos		C <sub>e,n</sub>	Situação existente			ETICS com 40 mm					ETICS com 50 mm					ETICS com 60 mm				
			C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp,Ac</sub>	C <sub>g</sub>	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp,Ac</sub>	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp,Ac</sub>	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp,Ac</sub>	C <sub>g</sub>	Retrn
0	2010	0,110	8,16	8,16	8,16	34,19	2,81	2,81	37,00	0,00	34,93	2,38	2,38	37,31	0,00	35,67	2,08	2,08	37,75	0,00
1	2011	0,114	8,24	16,40	16,40	34,19	2,83	5,64	39,83	0,00	34,93	2,40	4,78	39,71	0,00	35,67	2,10	4,19	39,86	0,00
2	2012	0,119	8,32	24,72	24,72	34,19	2,86	8,50	42,69	0,00	34,93	2,43	7,21	42,14	0,00	35,67	2,12	6,31	41,98	0,00
3	2013	0,124	8,40	33,12	33,12	34,19	2,89	11,39	45,58	0,00	34,93	2,45	9,66	44,59	0,00	35,67	2,14	8,45	44,12	0,00
4	2014	0,129	8,48	41,60	41,60	34,19	2,92	14,30	48,49	0,00	34,93	2,47	12,13	47,06	0,00	35,67	2,16	10,62	46,29	0,00
5	2015	0,134	8,56	50,17	50,17	34,19	2,94	17,25	51,44	0,00	34,93	2,50	14,63	49,56	0,61	35,67	2,19	12,80	48,47	1,70
6	2016	0,139	8,65	58,82	58,82	34,19	2,97	20,22	54,41	4,41	34,93	2,52	17,15	52,08	6,73	35,67	2,21	15,01	50,68	8,14
7	2017	0,145	8,73	67,55	67,55	34,19	3,00	23,22	57,41	10,14	34,93	2,55	19,70	54,63	12,92	35,67	2,23	17,24	52,91	14,64
8	2018	0,151	8,82	76,36	76,36	34,19	3,03	26,25	60,44	15,92	34,93	2,57	22,27	57,20	19,16	35,67	2,25	19,49	55,16	21,21
9	2019	0,157	8,90	85,27	85,27	34,19	3,06	29,31	63,50	21,77	34,93	2,60	24,87	59,80	25,47	35,67	2,27	21,76	57,43	27,84
10	2020	0,163	8,99	94,26	94,26	34,19	3,09	32,40	66,59	27,67	34,93	2,62	27,49	62,42	31,83	35,67	2,29	24,05	59,72	34,53
11	2021	0,169	9,08	103,33	103,33	34,19	3,12	35,52	69,71	33,62	34,93	2,65	30,14	65,07	38,26	35,67	2,32	26,37	62,04	41,29
12	2022	0,176	9,16	112,50	112,50	34,19	3,15	38,67	72,86	39,64	34,93	2,67	32,81	67,74	44,75	35,67	2,34	28,71	64,38	48,12
13	2023	0,183	9,25	121,75	121,75	34,19	3,18	41,85	76,04	45,71	34,93	2,70	35,51	70,44	51,31	35,67	2,36	31,07	66,74	55,01
14	2024	0,190	9,34	131,09	131,09	34,19	3,21	45,06	79,25	51,84	34,93	2,72	38,23	73,16	57,93	35,67	2,38	33,46	69,13	61,97
15	2025	0,198	9,43	140,52	140,52	34,19	3,24	48,31	82,50	58,03	34,93	2,75	40,99	75,92	64,61	35,67	2,41	35,86	71,53	68,99
16	2026	0,206	9,53	150,05	150,05	34,19	3,27	51,58	85,77	64,28	34,93	2,78	43,76	78,69	71,36	35,67	2,43	38,29	73,96	76,09
17	2027	0,214	9,62	159,67	159,67	34,19	3,31	54,89	89,08	70,59	34,93	2,81	46,57	81,50	78,17	35,67	2,45	40,75	76,42	83,25
18	2028	0,223	9,71	169,38	169,38	34,19	3,34	58,22	92,41	76,96	34,93	2,83	49,40	84,33	85,05	35,67	2,48	43,23	78,90	90,48
19	2029	0,232	9,81	179,18	179,18	34,19	3,37	61,59	95,78	83,40	34,93	2,86	52,26	87,19	91,99	35,67	2,50	45,73	81,40	97,78
20	2030	0,241	9,90	189,08	189,08	34,19	3,40	65,00	99,19	89,90	34,93	2,89	55,15	90,08	99,00	35,67	2,53	48,26	83,93	105,16
21	2031	0,251	10,00	199,08	199,08	34,19	3,44	68,43	102,62	96,46	34,93	2,92	58,07	93,00	106,09	35,67	2,55	50,81	86,48	112,60
22	2032	0,261	10,09	209,17	209,17	34,19	3,47	71,90	106,09	103,08	34,93	2,94	61,01	95,94	113,23	35,67	2,58	53,38	89,05	120,12
23	2033	0,271	10,19	219,37	219,37	34,19	3,50	75,41	109,60	109,77	34,93	2,97	63,98	98,91	120,45	35,67	2,60	55,98	91,65	127,71
24	2034	0,282	10,29	229,66	229,66	34,19	3,54	78,94	113,13	116,52	34,93	3,00	66,98	101,91	127,74	35,67	2,63	58,61	94,28	135,38
25	2035	0,293	10,39	240,05	240,05	34,19	3,57	82,52	116,71	123,34	34,93	3,03	70,01	104,94	135,10	35,67	2,65	61,26	96,93	143,11

C<sub>e,n</sub> – Custo da energia no ano n; C<sub>exp,n</sub>– Custo de exploração no ano n; C<sub>exp,Ac</sub>– Custo de exploração acumulado; C<sub>g</sub> – Custo global



a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - CONSUMOS																			
ETICS com 70 mm					ETICS com 80 mm					ETICS com 90 mm					ETICS com 100 mm				
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
36,42	1,87	1,87	38,29	0,00	37,15	1,70	1,70	38,85	0,00	37,89	1,53	1,53	39,42	0,00	38,63	1,40	1,40	40,03	0,00
36,42	1,89	3,76	40,18	0,00	37,15	1,72	3,42	40,57	0,00	37,89	1,54	3,08	40,97	0,00	38,63	1,42	2,82	41,45	0,00
36,42	1,91	5,67	42,09	0,00	37,15	1,73	5,15	42,30	0,00	37,89	1,56	4,64	42,53	0,00	38,63	1,43	4,25	42,88	0,00
36,42	1,93	7,59	44,01	0,00	37,15	1,75	6,90	44,05	0,00	37,89	1,58	6,21	44,10	0,00	38,63	1,44	5,69	44,32	0,00
36,42	1,94	9,53	45,95	0,00	37,15	1,77	8,67	45,82	0,00	37,89	1,59	7,80	45,69	0,00	38,63	1,46	7,15	45,78	0,00
36,42	1,96	11,50	47,92	2,25	37,15	1,78	10,45	47,60	2,57	37,89	1,61	9,41	47,30	2,87	38,63	1,47	8,62	47,25	2,92
36,42	1,98	13,48	49,90	8,92	37,15	1,80	12,25	49,40	9,41	37,89	1,62	11,03	48,92	9,90	38,63	1,49	10,11	48,74	10,08
36,42	2,00	15,48	51,90	15,65	37,15	1,82	14,07	51,22	16,33	37,89	1,64	12,67	50,56	16,99	38,63	1,50	11,61	50,24	17,31
36,42	2,02	17,50	53,92	22,44	37,15	1,84	15,91	53,06	23,31	37,89	1,65	14,32	52,21	24,16	38,63	1,52	13,13	51,76	24,61
36,42	2,04	19,54	55,96	29,31	37,15	1,85	17,76	54,91	30,35	37,89	1,67	15,99	53,88	31,39	38,63	1,53	14,66	53,29	31,98
36,42	2,06	21,60	58,02	36,24	37,15	1,87	19,64	56,79	37,47	37,89	1,69	17,67	55,56	38,69	38,63	1,54	16,20	54,83	39,43
36,42	2,08	23,68	60,10	43,23	37,15	1,89	21,53	58,68	44,65	37,89	1,70	19,37	57,26	46,07	38,63	1,56	17,76	56,39	46,94
36,42	2,10	25,78	62,20	50,30	37,15	1,91	23,44	60,59	51,91	37,89	1,72	21,09	58,98	53,51	38,63	1,58	19,34	57,97	54,53
36,42	2,12	27,90	64,32	57,43	37,15	1,93	25,36	62,51	59,23	37,89	1,73	22,83	60,72	61,03	38,63	1,59	20,93	59,56	62,19
36,42	2,14	30,04	66,46	64,63	37,15	1,95	27,31	64,46	66,63	37,89	1,75	24,58	62,47	68,62	38,63	1,61	22,53	61,16	69,93
36,42	2,16	32,20	68,62	71,90	37,15	1,97	29,28	66,43	74,10	37,89	1,77	26,35	64,24	76,29	38,63	1,62	24,15	62,78	77,74
36,42	2,18	34,39	70,81	79,24	37,15	1,98	31,26	68,41	81,64	37,89	1,79	28,13	66,02	84,03	38,63	1,64	25,79	64,42	85,63
36,42	2,20	36,59	73,01	86,66	37,15	2,00	33,26	70,41	89,25	37,89	1,80	29,94	67,83	91,84	38,63	1,65	27,44	66,07	93,59
36,42	2,23	38,82	75,24	94,14	37,15	2,02	35,29	72,44	96,94	37,89	1,82	31,76	69,65	99,73	38,63	1,67	29,11	67,74	101,64
36,42	2,25	41,06	77,48	101,70	37,15	2,04	37,33	74,48	104,70	37,89	1,84	33,60	71,49	107,70	38,63	1,69	30,80	69,43	109,76
36,42	2,27	43,33	79,75	109,33	37,15	2,06	39,39	76,54	112,54	37,89	1,86	35,45	73,34	115,74	38,63	1,70	32,50	71,13	117,96
36,42	2,29	45,62	82,04	117,04	37,15	2,08	41,48	78,63	120,46	37,89	1,87	37,33	75,22	123,86	38,63	1,72	34,22	72,85	126,23
36,42	2,31	47,94	84,36	124,82	37,15	2,10	43,58	80,73	128,45	37,89	1,89	39,22	77,11	132,06	38,63	1,73	35,95	74,58	134,59
36,42	2,34	50,27	86,69	132,67	37,15	2,12	45,70	82,85	136,51	37,89	1,91	41,13	79,02	140,34	38,63	1,75	37,70	76,33	143,03
36,42	2,36	52,63	89,05	140,61	37,15	2,14	47,85	85,00	144,66	37,89	1,93	43,06	80,95	148,71	38,63	1,77	39,47	78,10	151,55
36,42	2,38	55,01	91,43	148,62	37,15	2,16	50,01	87,16	152,89	37,89	1,95	45,01	82,90	157,15	38,63	1,79	41,26	79,89	160,16

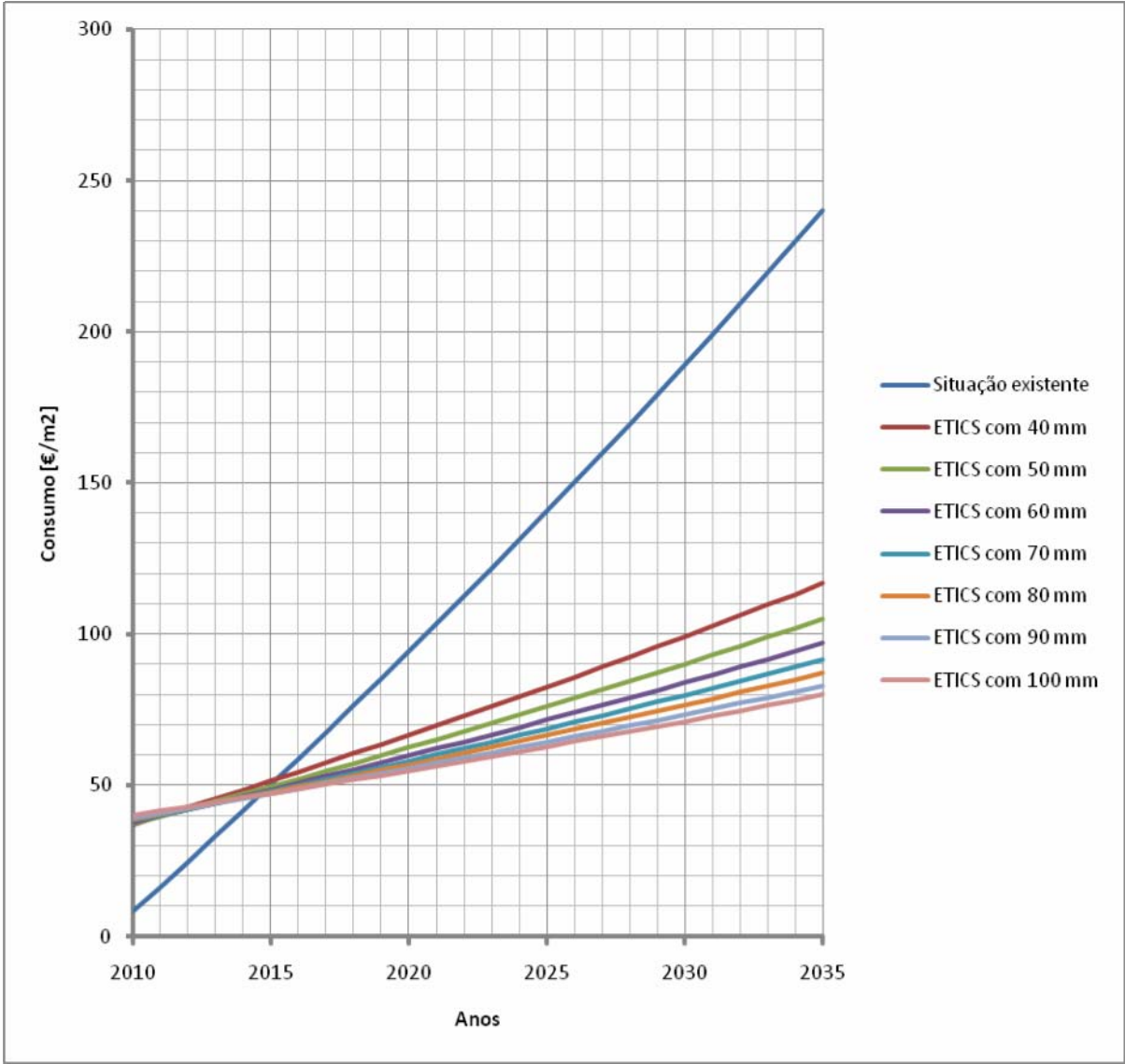


a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - POUPANÇA														
Anos	C <sub>e,n</sub>	40 mm				50 mm				60 mm				
		Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	
0 2010	0,110	34,19	5,36	5,36	0,00	34,93	5,78	5,78	0,00	35,67	6,08	6,08	0,00	
1 2011	0,114	34,19	5,41	10,76	0,00	34,93	5,84	11,62	0,00	35,67	6,14	12,22	0,00	
2 2012	0,119	34,19	5,46	16,22	0,00	34,93	5,89	17,51	0,00	35,67	6,20	18,41	0,00	
3 2013	0,124	34,19	5,51	21,74	0,00	34,93	5,95	23,46	0,00	35,67	6,26	24,67	0,00	
4 2014	0,129	34,19	5,57	27,30	0,00	34,93	6,01	29,47	0,00	35,67	6,32	30,99	0,00	
5 2015	0,134	34,19	5,62	32,92	0,00	34,93	6,07	35,54	0,61	35,67	6,38	37,37	1,70	
6 2016	0,139	34,19	5,68	38,60	4,41	34,93	6,13	41,66	6,73	35,67	6,44	43,81	8,14	
7 2017	0,145	34,19	5,73	44,33	10,14	34,93	6,19	47,85	12,92	35,67	6,50	50,31	14,64	
8 2018	0,151	34,19	5,79	50,11	15,92	34,93	6,25	54,09	19,16	35,67	6,57	56,88	21,21	
9 2019	0,157	34,19	5,84	55,96	21,77	34,93	6,31	60,40	25,47	35,67	6,63	63,51	27,84	
10 2020	0,163	34,19	5,90	61,86	27,67	34,93	6,37	66,76	31,83	35,67	6,69	70,20	34,53	
11 2021	0,169	34,19	5,96	67,81	33,62	34,93	6,43	73,19	38,26	35,67	6,76	76,96	41,29	
12 2022	0,176	34,19	6,01	73,83	39,64	34,93	6,49	79,68	44,75	35,67	6,83	83,79	48,12	
13 2023	0,183	34,19	6,07	79,90	45,71	34,93	6,55	86,24	51,31	35,67	6,89	90,68	55,01	
14 2024	0,190	34,19	6,13	86,03	51,84	34,93	6,62	92,86	57,93	35,67	6,96	97,64	61,97	
15 2025	0,198	34,19	6,19	92,22	58,03	34,93	6,68	99,54	64,61	35,67	7,03	104,66	68,99	
16 2026	0,206	34,19	6,25	98,47	64,28	34,93	6,75	106,29	71,36	35,67	7,09	111,76	76,09	
17 2027	0,214	34,19	6,31	104,78	70,59	34,93	6,81	113,10	78,17	35,67	7,16	118,92	83,25	
18 2028	0,223	34,19	6,37	111,15	76,96	34,93	6,88	119,98	85,05	35,67	7,23	126,15	90,48	
19 2029	0,232	34,19	6,43	117,59	83,40	34,93	6,95	126,92	91,99	35,67	7,30	133,45	97,78	
20 2030	0,241	34,19	6,50	124,09	89,90	34,93	7,01	133,93	99,00	35,67	7,37	140,83	105,16	
21 2031	0,251	34,19	6,56	130,65	96,46	34,93	7,08	141,02	106,09	35,67	7,45	148,27	112,60	
22 2032	0,261	34,19	6,62	137,27	103,08	34,93	7,15	148,16	113,23	35,67	7,52	155,79	120,12	
23 2033	0,271	34,19	6,69	143,96	109,77	34,93	7,22	155,38	120,45	35,67	7,59	163,38	127,71	
24 2034	0,282	34,19	6,75	150,71	116,52	34,93	7,29	162,67	127,74	35,67	7,66	171,05	135,38	
25 2035	0,293	34,19	6,82	157,53	123,34	34,93	7,36	170,03	135,10	35,67	7,74	178,78	143,11	



a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - POUPANÇA															
70 mm				80 mm				90 mm				100 mm			
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
36,42	6,29	6,29	0,00	37,15	6,46	6,46	0,00	37,89	6,63	6,63	0,00	38,63	6,76	6,76	0,00
36,42	6,35	12,64	0,00	37,15	6,52	12,98	0,00	37,89	6,69	13,33	0,00	38,63	6,82	13,58	0,00
36,42	6,41	19,06	0,00	37,15	6,59	19,57	0,00	37,89	6,76	20,09	0,00	38,63	6,89	20,47	0,00
36,42	6,48	25,53	0,00	37,15	6,65	26,22	0,00	37,89	6,83	26,91	0,00	38,63	6,96	27,43	0,00
36,42	6,54	32,07	0,00	37,15	6,72	32,94	0,00	37,89	6,89	33,80	0,00	38,63	7,02	34,45	0,00
36,42	6,60	38,67	2,25	37,15	6,78	39,72	2,57	37,89	6,96	40,76	2,87	38,63	7,09	41,55	2,92
36,42	6,67	45,34	8,92	37,15	6,85	46,56	9,41	37,89	7,03	47,79	9,90	38,63	7,16	48,71	10,08
36,42	6,73	52,07	15,65	37,15	6,91	53,48	16,33	37,89	7,09	54,88	16,99	38,63	7,23	55,94	17,31
36,42	6,80	58,86	22,44	37,15	6,98	60,46	23,31	37,89	7,16	62,05	24,16	38,63	7,30	63,24	24,61
36,42	6,86	65,73	29,31	37,15	7,05	67,50	30,35	37,89	7,23	69,28	31,39	38,63	7,37	70,61	31,98
36,42	6,93	72,66	36,24	37,15	7,12	74,62	37,47	37,89	7,30	76,58	38,69	38,63	7,44	78,06	39,43
36,42	7,00	79,65	43,23	37,15	7,19	81,80	44,65	37,89	7,37	83,96	46,07	38,63	7,52	85,57	46,94
36,42	7,06	86,72	50,30	37,15	7,25	89,06	51,91	37,89	7,45	91,40	53,51	38,63	7,59	93,16	54,53
36,42	7,13	93,85	57,43	37,15	7,33	96,38	59,23	37,89	7,52	98,92	61,03	38,63	7,66	100,82	62,19
36,42	7,20	101,05	64,63	37,15	7,40	103,78	66,63	37,89	7,59	106,51	68,62	38,63	7,74	108,56	69,93
36,42	7,27	108,32	71,90	37,15	7,47	111,25	74,10	37,89	7,66	114,18	76,29	38,63	7,81	116,37	77,74
36,42	7,34	115,66	79,24	37,15	7,54	118,79	81,64	37,89	7,74	121,92	84,03	38,63	7,89	124,26	85,63
36,42	7,41	123,08	86,66	37,15	7,61	126,40	89,25	37,89	7,81	129,73	91,84	38,63	7,96	132,22	93,59
36,42	7,49	130,56	94,14	37,15	7,69	134,09	96,94	37,89	7,89	137,62	99,73	38,63	8,04	140,27	101,64
36,42	7,56	138,12	101,70	37,15	7,76	141,85	104,70	37,89	7,97	145,59	107,70	38,63	8,12	148,39	109,76
36,42	7,63	145,75	109,33	37,15	7,84	149,69	112,54	37,89	8,04	153,63	115,74	38,63	8,20	156,59	117,96
36,42	7,71	153,46	117,04	37,15	7,91	157,61	120,46	37,89	8,12	161,75	123,86	38,63	8,28	164,86	126,23
36,42	7,78	161,24	124,82	37,15	7,99	165,60	128,45	37,89	8,20	169,95	132,06	38,63	8,36	173,22	134,59
36,42	7,86	169,09	132,67	37,15	8,07	173,66	136,51	37,89	8,28	178,23	140,34	38,63	8,44	181,66	143,03
36,42	7,93	177,03	140,61	37,15	8,15	181,81	144,66	37,89	8,36	186,60	148,71	38,63	8,52	190,18	151,55
36,42	8,01	185,04	148,62	37,15	8,23	190,04	152,89	37,89	6,63	6,63	0,00	38,63	8,60	198,79	160,16





Cada gráfico resulta dos dados da tabela imediatamente anterior.

As linhas do gráfico, cujo significado está indicado na legenda, representam os gastos de energia traduzidos em (€/m<sup>2</sup>) para compensar as perdas de calor pela parede exterior em análise.

Cada linha, relativa a uma dada espessura de isolamento térmico, cruza a linha relativa à parede sem qualquer reforço (situação existente). Esse ponto corresponde ao tempo de retorno do investimento.



b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMOS																				
Anos		C <sub>e,n</sub>	Situação original			ETICS com 40 mm					ETICS com 50 mm					ETICS com 60 mm				
			C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
0	2010	0,110	4,46	4,46	4,46	34,19	2,17	2,17	36,36	0,00	34,93	1,91	1,91	36,84	0,00	35,67	1,74	1,74	37,41	0,00
1	2011	0,114	4,51	8,97	8,97	34,19	2,19	4,36	38,55	0,00	34,93	1,93	3,84	38,77	0,00	35,67	1,76	3,50	39,17	0,00
2	2012	0,119	4,55	13,52	13,52	34,19	2,21	6,57	40,76	0,00	34,93	1,95	5,79	40,72	0,00	35,67	1,78	5,28	40,95	0,00
3	2013	0,124	4,59	18,11	18,11	34,19	2,23	8,80	42,99	0,00	34,93	1,97	7,76	42,69	0,00	35,67	1,79	7,07	42,74	0,00
4	2014	0,129	4,64	22,75	22,75	34,19	2,25	11,05	45,24	0,00	34,93	1,99	9,75	44,68	0,00	35,67	1,81	8,88	44,55	0,00
5	2015	0,134	4,68	27,44	27,44	34,19	2,27	13,33	47,52	0,00	34,93	2,01	11,76	46,69	0,00	35,67	1,83	10,71	46,38	0,00
6	2016	0,139	4,73	32,17	32,17	34,19	2,30	15,62	49,81	0,00	34,93	2,03	13,79	48,72	0,00	35,67	1,85	12,56	48,23	0,00
7	2017	0,145	4,78	36,94	36,94	34,19	2,32	17,94	52,13	0,00	34,93	2,05	15,83	50,76	0,00	35,67	1,86	14,42	50,09	0,00
8	2018	0,151	4,82	41,76	41,76	34,19	2,34	20,28	54,47	0,00	34,93	2,07	17,90	52,83	0,00	35,67	1,88	16,31	51,98	0,00
9	2019	0,157	4,87	46,63	46,63	34,19	2,36	22,65	56,84	0,00	34,93	2,09	19,98	54,91	0,00	35,67	1,90	18,21	53,88	0,00
10	2020	0,163	4,92	51,55	51,55	34,19	2,39	25,04	59,23	0,00	34,93	2,11	22,09	57,02	0,00	35,67	1,92	20,13	55,80	0,00
11	2021	0,169	4,96	56,51	56,51	34,19	2,41	27,45	61,64	0,00	34,93	2,13	24,22	59,15	0,00	35,67	1,94	22,07	57,74	0,00
12	2022	0,176	5,01	61,52	61,52	34,19	2,43	29,88	64,07	0,00	34,93	2,15	26,37	61,30	0,22	35,67	1,96	24,02	59,69	1,83
13	2023	0,183	5,06	66,58	66,58	34,19	2,46	32,34	66,53	0,05	34,93	2,17	28,53	63,46	3,12	35,67	1,98	26,00	61,67	4,91
14	2024	0,190	5,11	71,69	71,69	34,19	2,48	34,82	69,01	2,68	34,93	2,19	30,72	65,65	6,04	35,67	2,00	27,99	63,66	8,03
15	2025	0,198	5,16	76,85	76,85	34,19	2,51	37,33	71,52	5,33	34,93	2,21	32,94	67,87	8,98	35,67	2,01	30,01	65,68	11,17
16	2026	0,206	5,21	82,06	82,06	34,19	2,53	39,86	74,05	8,01	34,93	2,23	35,17	70,10	11,96	35,67	2,03	32,04	67,71	14,35
17	2027	0,214	5,26	87,32	87,32	34,19	2,55	42,41	76,60	10,72	34,93	2,25	37,42	72,35	14,97	35,67	2,05	34,10	69,77	17,55
18	2028	0,223	5,31	92,63	92,63	34,19	2,58	44,99	79,18	13,45	34,93	2,28	39,70	74,63	18,00	35,67	2,07	36,17	71,84	20,79
19	2029	0,232	5,36	97,99	97,99	34,19	2,60	47,60	81,79	16,21	34,93	2,30	42,00	76,93	21,06	35,67	2,09	38,26	73,93	24,06
20	2030	0,241	5,41	103,41	103,41	34,19	2,63	50,23	84,42	18,99	34,93	2,32	44,32	79,25	24,16	35,67	2,11	40,38	76,05	27,36
21	2031	0,251	5,47	108,87	108,87	34,19	2,66	52,88	87,07	21,80	34,93	2,34	46,66	81,59	27,28	35,67	2,13	42,51	78,18	30,69
22	2032	0,261	5,52	114,39	114,39	34,19	2,68	55,56	89,75	24,64	34,93	2,37	49,03	83,96	30,44	35,67	2,16	44,67	80,34	34,05
23	2033	0,271	5,57	119,97	119,97	34,19	2,71	58,27	92,46	27,51	34,93	2,39	51,41	86,34	33,62	35,67	2,18	46,84	82,51	37,45
24	2034	0,282	5,63	125,59	125,59	34,19	2,73	61,00	95,19	30,40	34,93	2,41	53,83	88,76	36,84	35,67	2,20	49,04	84,71	40,88
25	2035	0,293	5,68	131,28	131,28	34,19	2,76	63,76	97,95	33,32	34,93	2,44	56,26	91,19	40,08	35,67	2,22	51,26	86,93	44,35





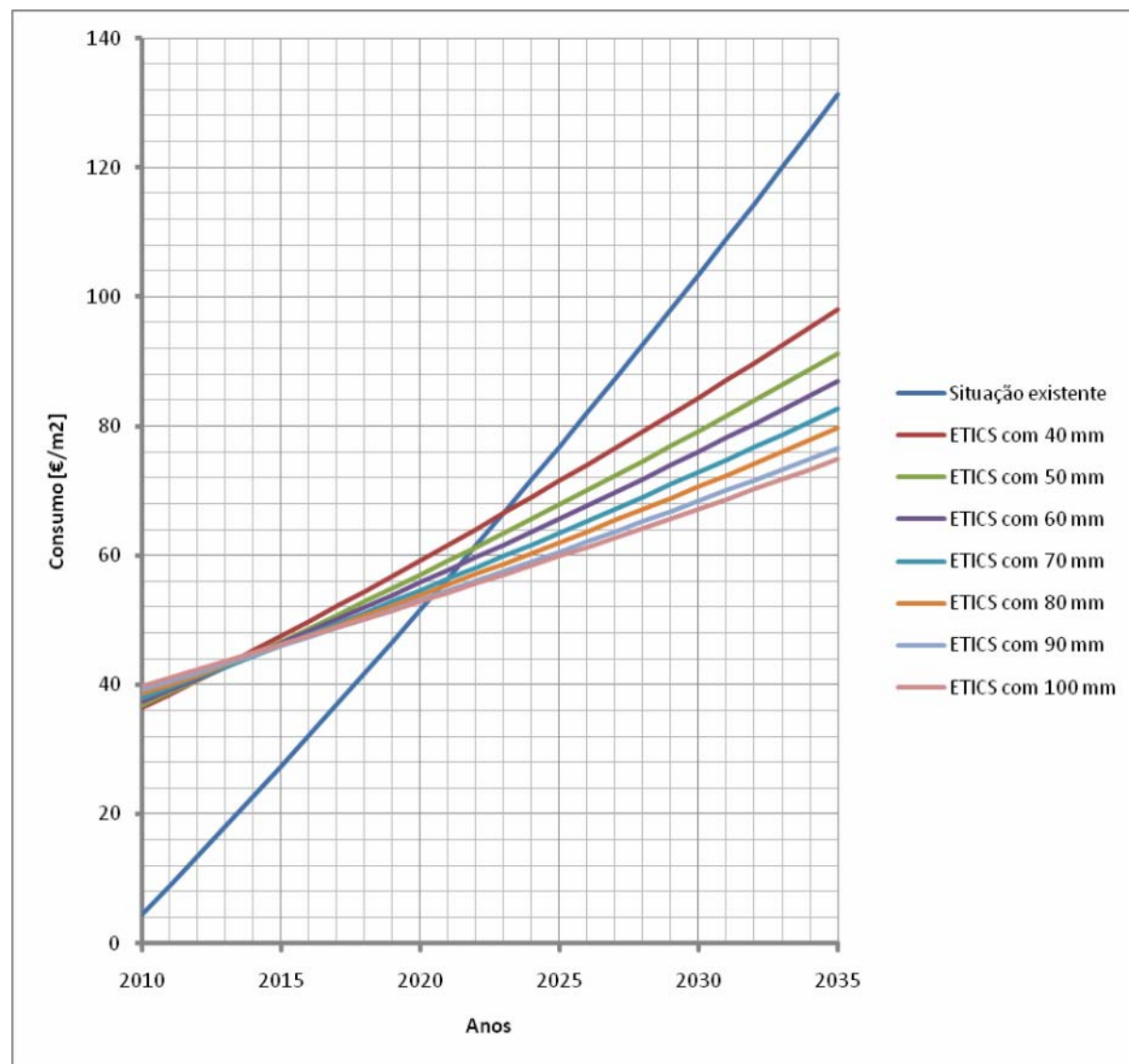
b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMOS																			
ETICS com 70 mm					ETICS com 80 mm					ETICS com 90 mm					ETICS com 100 mm				
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	37,89	1,32	1,32	39,21	0,00	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
36,42	1,57	1,57	37,99	0,00	37,15	1,45	1,45	38,60	0,00	37,89	1,33	2,65	40,54	0,00	38,63	1,23	1,23	39,86	0,00
36,42	1,59	3,16	39,58	0,00	37,15	1,46	2,90	40,05	0,00	37,89	1,34	3,99	41,88	0,00	38,63	1,24	2,48	41,11	0,00
36,42	1,60	4,76	41,18	0,00	37,15	1,47	4,38	41,53	0,00	37,89	1,36	5,35	43,24	0,00	38,63	1,26	3,73	42,36	0,00
36,42	1,62	6,38	42,80	0,00	37,15	1,49	5,87	43,02	0,00	37,89	1,37	6,72	44,61	0,00	38,63	1,27	5,00	43,63	0,00
36,42	1,63	8,02	44,44	0,00	37,15	1,50	7,37	44,52	0,00	37,89	1,38	8,10	45,99	0,00	38,63	1,28	6,28	44,91	0,00
36,42	1,65	9,67	46,09	0,00	37,15	1,52	8,88	46,03	0,00	37,89	1,40	9,50	47,39	0,00	38,63	1,29	7,58	46,21	0,00
36,42	1,67	11,33	47,75	0,00	37,15	1,53	10,42	47,57	0,00	37,89	1,41	10,91	48,80	0,00	38,63	1,31	8,88	47,51	0,00
36,42	1,68	13,02	49,44	0,00	37,15	1,55	11,96	49,11	0,00	37,89	1,42	12,33	50,22	0,00	38,63	1,32	10,20	48,83	0,00
36,42	1,70	14,72	51,14	0,00	37,15	1,56	13,52	50,67	0,00	37,89	1,44	13,77	51,66	0,00	38,63	1,33	11,53	50,16	0,00
36,42	1,72	16,43	52,85	0,00	37,15	1,58	15,10	52,25	0,00	37,89	1,45	15,22	53,11	0,00	38,63	1,34	12,88	51,51	0,00
36,42	1,73	18,16	54,58	0,00	37,15	1,59	16,69	53,84	0,00	37,89	1,47	16,68	54,57	1,94	38,63	1,36	14,24	52,87	0,00
36,42	1,75	19,91	56,33	0,18	37,15	1,61	18,30	55,45	1,06	37,89	1,48	18,16	56,05	5,47	38,63	1,37	15,61	54,24	2,27
36,42	1,77	21,68	58,10	3,42	37,15	1,62	19,92	57,07	4,45	37,89	1,49	19,66	57,55	9,03	38,63	1,38	16,99	55,62	5,90
36,42	1,78	23,46	59,88	6,70	37,15	1,64	21,56	58,71	7,87	37,89	1,51	21,17	59,06	12,63	38,63	1,40	18,39	57,02	9,56
36,42	1,80	25,26	61,68	10,01	37,15	1,65	23,21	60,36	11,33	37,89	1,52	22,69	60,58	16,27	38,63	1,41	19,80	58,43	13,26
36,42	1,82	27,08	63,50	13,35	37,15	1,67	24,88	62,03	14,81	37,89	1,54	24,23	62,12	19,94	38,63	1,42	21,23	59,86	16,99
36,42	1,84	28,92	65,34	16,72	37,15	1,69	26,57	63,72	18,34	37,89	1,55	25,78	63,67	23,65	38,63	1,44	22,66	61,29	20,76
36,42	1,85	30,77	67,19	20,13	37,15	1,70	28,27	65,42	21,89	37,89	1,57	27,35	65,24	27,39	38,63	1,45	24,12	62,75	24,57
36,42	1,87	32,64	69,06	23,57	37,15	1,72	29,99	67,14	25,48	37,89	1,58	28,93	66,82	31,17	38,63	1,47	25,58	64,21	28,42
36,42	1,89	34,53	70,95	27,04	37,15	1,74	31,73	68,88	29,11	37,89	1,60	30,53	68,42	34,99	38,63	1,48	27,06	65,69	32,30
36,42	1,91	36,44	72,86	30,55	37,15	1,75	33,48	70,63	32,77	37,89	1,61	32,14	70,03	38,84	38,63	1,50	28,56	67,19	36,22
36,42	1,93	38,36	74,78	34,09	37,15	1,77	35,25	72,40	36,47	37,89	1,63	33,77	71,66	42,73	38,63	1,51	30,07	68,70	40,17
36,42	1,95	40,31	76,73	37,66	37,15	1,79	37,04	74,19	40,20	37,89	1,65	35,42	73,31	46,66	38,63	1,52	31,59	70,22	44,17
36,42	1,96	42,27	78,69	41,27	37,15	1,80	38,85	76,00	43,97	37,89	1,66	37,08	74,97	50,62	38,63	1,54	33,13	71,76	48,20
36,42	1,98	44,26	80,68	44,92	37,15	1,82	40,67	77,82	47,77	37,89	1,68	38,76	76,65	54,63	38,63	1,55	34,69	73,32	52,28
36,42	2,00	46,26	82,68	48,60	37,15	1,84	42,51	79,66	51,62	37,89	1,32	1,32	39,21	0,00	38,63	1,57	36,26	74,89	56,39



b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA														
Anos		C <sub>e,n</sub>	40 mm				50 mm				60 mm			
			Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
0	2010	0,110	34,19	2,30	2,30	0,00	34,93	2,55	2,55	0,00	35,67	2,72	2,72	0,00
1	2011	0,114	34,19	2,32	4,61	0,00	34,93	2,57	5,13	0,00	35,67	2,75	5,47	0,00
2	2012	0,119	34,19	2,34	6,95	0,00	34,93	2,60	7,73	0,00	35,67	2,77	8,24	0,00
3	2013	0,124	34,19	2,36	9,32	0,00	34,93	2,63	10,35	0,00	35,67	2,80	11,04	0,00
4	2014	0,129	34,19	2,39	11,70	0,00	34,93	2,65	13,00	0,00	35,67	2,83	13,87	0,00
5	2015	0,134	34,19	2,41	14,11	0,00	34,93	2,68	15,68	0,00	35,67	2,85	16,72	0,00
6	2016	0,139	34,19	2,43	16,54	0,00	34,93	2,70	18,38	0,00	35,67	2,88	19,61	0,00
7	2017	0,145	34,19	2,46	19,00	0,00	34,93	2,73	21,11	0,00	35,67	2,91	22,52	0,00
8	2018	0,151	34,19	2,48	21,48	0,00	34,93	2,76	23,86	0,00	35,67	2,94	25,45	0,00
9	2019	0,157	34,19	2,50	23,98	0,00	34,93	2,78	26,65	0,00	35,67	2,97	28,42	0,00
10	2020	0,163	34,19	2,53	26,51	0,00	34,93	2,81	29,45	0,00	35,67	3,00	31,42	0,00
11	2021	0,169	34,19	2,55	29,06	0,00	34,93	2,84	32,29	0,00	35,67	3,03	34,44	0,00
12	2022	0,176	34,19	2,58	31,64	0,00	34,93	2,86	35,15	0,22	35,67	3,05	37,50	1,83
13	2023	0,183	34,19	2,60	34,24	0,05	34,93	2,89	38,05	3,12	35,67	3,08	40,58	4,91
14	2024	0,190	34,19	2,63	36,87	2,68	34,93	2,92	40,97	6,04	35,67	3,11	43,70	8,03
15	2025	0,198	34,19	2,65	39,52	5,33	34,93	2,95	43,91	8,98	35,67	3,14	46,84	11,17
16	2026	0,206	34,19	2,68	42,20	8,01	34,93	2,98	46,89	11,96	35,67	3,18	50,02	14,35
17	2027	0,214	34,19	2,70	44,91	10,72	34,93	3,01	49,90	14,97	35,67	3,21	53,22	17,55
18	2028	0,223	34,19	2,73	47,64	13,45	34,93	3,03	52,93	18,00	35,67	3,24	56,46	20,79
19	2029	0,232	34,19	2,76	50,40	16,21	34,93	3,06	55,99	21,06	35,67	3,27	59,73	24,06
20	2030	0,241	34,19	2,78	53,18	18,99	34,93	3,09	59,09	24,16	35,67	3,30	63,03	27,36
21	2031	0,251	34,19	2,81	55,99	21,80	34,93	3,12	62,21	27,28	35,67	3,33	66,36	30,69
22	2032	0,261	34,19	2,84	58,83	24,64	34,93	3,15	65,37	30,44	35,67	3,36	69,72	34,05
23	2033	0,271	34,19	2,87	61,70	27,51	34,93	3,18	68,55	33,62	35,67	3,40	73,12	37,45
24	2034	0,282	34,19	2,89	64,59	30,40	34,93	3,22	71,77	36,84	35,67	3,43	76,55	40,88
25	2035	0,293	34,19	2,92	67,51	33,32	34,93	3,25	75,01	40,08	35,67	3,46	80,02	44,35



b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA															
70 mm				80 mm				90 mm				100 mm			
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
36,42	2,89	2,89	0,00	37,15	3,02	3,02	0,00	37,89	3,15	3,15	0,00	38,63	3,23	3,23	0,00
36,42	2,92	5,81	0,00	37,15	3,05	6,06	0,00	37,89	3,18	6,32	0,00	38,63	3,26	6,49	0,00
36,42	2,95	8,76	0,00	37,15	3,08	9,14	0,00	37,89	3,21	9,53	0,00	38,63	3,29	9,79	0,00
36,42	2,98	11,73	0,00	37,15	3,11	12,25	0,00	37,89	3,24	12,77	0,00	38,63	3,33	13,11	0,00
36,42	3,00	14,73	0,00	37,15	3,14	15,38	0,00	37,89	3,27	16,03	0,00	38,63	3,36	16,47	0,00
36,42	3,03	17,77	0,00	37,15	3,17	18,55	0,00	37,89	3,30	19,34	0,00	38,63	3,39	19,86	0,00
36,42	3,06	20,83	0,00	37,15	3,20	21,75	0,00	37,89	3,33	22,67	0,00	38,63	3,42	23,28	0,00
36,42	3,09	23,92	0,00	37,15	3,23	24,98	0,00	37,89	3,37	26,03	0,00	38,63	3,46	26,74	0,00
36,42	3,12	27,05	0,00	37,15	3,26	28,24	0,00	37,89	3,40	29,43	0,00	38,63	3,49	30,23	0,00
36,42	3,15	30,20	0,00	37,15	3,29	31,53	0,00	37,89	3,43	32,86	0,00	38,63	3,52	33,75	0,00
36,42	3,18	33,38	0,00	37,15	3,32	34,85	0,00	37,89	3,46	36,33	0,00	38,63	3,56	37,31	0,00
36,42	3,21	36,60	0,18	37,15	3,36	38,21	1,06	37,89	3,50	39,83	1,94	38,63	3,59	40,90	2,27
36,42	3,25	39,84	3,42	37,15	3,39	41,60	4,45	37,89	3,53	43,36	5,47	38,63	3,63	44,53	5,90
36,42	3,28	43,12	6,70	37,15	3,42	45,02	7,87	37,89	3,57	46,92	9,03	38,63	3,66	48,19	9,56
36,42	3,31	46,43	10,01	37,15	3,45	48,48	11,33	37,89	3,60	50,52	12,63	38,63	3,70	51,89	13,26
36,42	3,34	49,77	13,35	37,15	3,49	51,96	14,81	37,89	3,64	54,16	16,27	38,63	3,73	55,62	16,99
36,42	3,37	53,14	16,72	37,15	3,52	55,49	18,34	37,89	3,67	57,83	19,94	38,63	3,77	59,39	20,76
36,42	3,41	56,55	20,13	37,15	3,56	59,04	21,89	37,89	3,71	61,54	23,65	38,63	3,81	63,20	24,57
36,42	3,44	59,99	23,57	37,15	3,59	62,63	25,48	37,89	3,74	65,28	27,39	38,63	3,84	67,05	28,42
36,42	3,47	63,46	27,04	37,15	3,63	66,26	29,11	37,89	3,78	69,06	31,17	38,63	3,88	70,93	32,30
36,42	3,51	66,97	30,55	37,15	3,66	69,92	32,77	37,89	3,82	72,88	34,99	38,63	3,92	74,85	36,22
36,42	3,54	70,51	34,09	37,15	3,70	73,62	36,47	37,89	3,85	76,73	38,84	38,63	3,96	78,80	40,17
36,42	3,57	74,08	37,66	37,15	3,73	77,35	40,20	37,89	3,89	80,62	42,73	38,63	4,00	82,80	44,17
36,42	3,61	77,69	41,27	37,15	3,77	81,12	43,97	37,89	3,93	84,55	46,66	38,63	4,03	86,83	48,20
36,42	3,64	81,34	44,92	37,15	3,81	84,92	47,77	37,89	3,97	88,51	50,62	38,63	4,07	90,91	52,28
36,42	3,68	85,02	48,60	37,15	3,84	88,77	51,62	37,89	4,00	92,52	54,63	38,63	4,11	95,02	56,39





c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMO																				
Anos		C <sub>e,n</sub>	Situação original			ETICS com 40 mm					ETICS com 50 mm					ETICS com 60 mm				
			C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
0	2010	0,110	2,68	2,68	2,68	34,19	1,66	1,66	35,85	0,00	34,93	1,49	1,49	36,42	0,00	35,67	1,36	1,36	37,03	0,00
1	2011	0,114	2,70	5,38	5,38	34,19	1,67	3,33	37,52	0,00	34,93	1,50	2,99	37,92	0,00	35,67	1,37	2,73	38,40	0,00
2	2012	0,119	2,73	8,11	8,11	34,19	1,69	5,02	39,21	0,00	34,93	1,52	4,51	39,44	0,00	35,67	1,39	4,12	39,79	0,00
3	2013	0,124	2,76	10,87	10,87	34,19	1,71	6,73	40,92	0,00	34,93	1,53	6,04	40,97	0,00	35,67	1,40	5,52	41,19	0,00
4	2014	0,129	2,78	13,65	13,65	34,19	1,72	8,45	42,64	0,00	34,93	1,55	7,58	42,51	0,00	35,67	1,41	6,93	42,60	0,00
5	2015	0,134	2,81	16,46	16,46	34,19	1,74	10,19	44,38	0,00	34,93	1,56	9,15	44,08	0,00	35,67	1,43	8,36	44,03	0,00
6	2016	0,139	2,84	19,30	19,30	34,19	1,76	11,95	46,14	0,00	34,93	1,58	10,72	45,65	0,00	35,67	1,44	9,80	45,47	0,00
7	2017	0,145	2,87	22,16	22,16	34,19	1,77	13,72	47,91	0,00	34,93	1,59	12,31	47,24	0,00	35,67	1,46	11,26	46,93	0,00
8	2018	0,151	2,89	25,06	25,06	34,19	1,79	15,51	49,70	0,00	34,93	1,61	13,92	48,85	0,00	35,67	1,47	12,73	48,40	0,00
9	2019	0,157	2,92	27,98	27,98	34,19	1,81	17,32	51,51	0,00	34,93	1,62	15,54	50,47	0,00	35,67	1,48	14,21	49,88	0,00
10	2020	0,163	2,95	30,93	30,93	34,19	1,83	19,15	53,34	0,00	34,93	1,64	17,18	52,11	0,00	35,67	1,50	15,71	51,38	0,00
11	2021	0,169	2,98	33,91	33,91	34,19	1,84	20,99	55,18	0,00	34,93	1,65	18,84	53,77	0,00	35,67	1,51	17,22	52,89	0,00
12	2022	0,176	3,01	36,91	36,91	34,19	1,86	22,85	57,04	0,00	34,93	1,67	20,51	55,44	0,00	35,67	1,53	18,75	54,42	0,00
13	2023	0,183	3,04	39,95	39,95	34,19	1,88	24,73	58,92	0,00	34,93	1,69	22,19	57,12	0,00	35,67	1,54	20,29	55,96	0,00
14	2024	0,190	3,07	43,01	43,01	34,19	1,90	26,63	60,82	0,00	34,93	1,70	23,90	58,83	0,00	35,67	1,56	21,85	57,52	0,00
15	2025	0,198	3,10	46,11	46,11	34,19	1,92	28,54	62,73	0,00	34,93	1,72	25,62	60,55	0,00	35,67	1,57	23,42	59,09	0,00
16	2026	0,206	3,13	49,24	49,24	34,19	1,93	30,48	64,67	0,00	34,93	1,74	27,35	62,28	0,00	35,67	1,59	25,01	60,68	0,00
17	2027	0,214	3,16	52,39	52,39	34,19	1,95	32,43	66,62	0,00	34,93	1,75	29,11	64,04	0,00	35,67	1,60	26,61	62,28	0,00
18	2028	0,223	3,19	55,58	55,58	34,19	1,97	34,40	68,59	0,00	34,93	1,77	30,88	65,81	0,00	35,67	1,62	28,23	63,90	0,00
19	2029	0,232	3,22	58,79	58,79	34,19	1,99	36,40	70,59	0,00	34,93	1,79	32,66	67,59	0,00	35,67	1,63	29,86	65,53	0,00
20	2030	0,241	3,25	62,04	62,04	34,19	2,01	38,41	72,60	0,00	34,93	1,80	34,47	69,40	0,00	35,67	1,65	31,51	67,18	0,00
21	2031	0,251	3,28	65,32	65,32	34,19	2,03	40,44	74,63	0,00	34,93	1,82	36,29	71,22	0,00	35,67	1,67	33,18	68,85	0,00
22	2032	0,261	3,31	68,64	68,64	34,19	2,05	42,49	76,68	0,00	34,93	1,84	38,13	73,06	0,00	35,67	1,68	34,86	70,53	0,00
23	2033	0,271	3,34	71,98	71,98	34,19	2,07	44,56	78,75	0,00	34,93	1,86	39,99	74,92	0,00	35,67	1,70	36,56	72,23	0,00
24	2034	0,282	3,38	75,36	75,36	34,19	2,09	46,65	80,84	0,00	34,93	1,88	41,86	76,79	0,00	35,67	1,72	38,28	73,95	1,41
25	2035	0,293	3,41	78,77	78,77	34,19	2,11	48,76	82,95	0,00	34,93	1,89	43,76	78,69	0,08	35,67	1,73	40,01	75,68	3,09



c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMO																			
ETICS com 70 mm					ETICS com 80 mm					ETICS com 90 mm					ETICS com 100 mm				
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn
36,42	1,28	1,28	37,70	0,00	37,15	1,19	1,19	38,34	0,00	37,89	1,11	1,11	39,00	0,00	38,63	1,02	1,02	39,65	0,00
36,42	1,29	2,56	38,98	0,00	37,15	1,20	2,39	39,54	0,00	37,89	1,12	2,22	40,11	0,00	38,63	1,03	2,05	40,68	0,00
36,42	1,30	3,86	40,28	0,00	37,15	1,21	3,61	40,76	0,00	37,89	1,13	3,35	41,24	0,00	38,63	1,04	3,09	41,72	0,00
36,42	1,31	5,18	41,60	0,00	37,15	1,23	4,83	41,98	0,00	37,89	1,14	4,49	42,38	0,00	38,63	1,05	4,14	42,77	0,00
36,42	1,33	6,50	42,92	0,00	37,15	1,24	6,07	43,22	0,00	37,89	1,15	5,63	43,52	0,00	38,63	1,06	5,20	43,83	0,00
36,42	1,34	7,84	44,26	0,00	37,15	1,25	7,32	44,47	0,00	37,89	1,16	6,79	44,68	0,00	38,63	1,07	6,27	44,90	0,00
36,42	1,35	9,19	45,61	0,00	37,15	1,26	8,58	45,73	0,00	37,89	1,17	7,96	45,85	0,00	38,63	1,08	7,35	45,98	0,00
36,42	1,36	10,55	46,97	0,00	37,15	1,27	9,85	47,00	0,00	37,89	1,18	9,15	47,04	0,00	38,63	1,09	8,44	47,07	0,00
36,42	1,38	11,93	48,35	0,00	37,15	1,29	11,14	48,29	0,00	37,89	1,19	10,34	48,23	0,00	38,63	1,10	9,55	48,18	0,00
36,42	1,39	13,32	49,74	0,00	37,15	1,30	12,43	49,58	0,00	37,89	1,21	11,55	49,44	0,00	38,63	1,11	10,66	49,29	0,00
36,42	1,40	14,73	51,15	0,00	37,15	1,31	13,75	50,90	0,00	37,89	1,22	12,76	50,65	0,00	38,63	1,12	11,78	50,41	0,00
36,42	1,42	16,15	52,57	0,00	37,15	1,32	15,07	52,22	0,00	37,89	1,23	13,99	51,88	0,00	38,63	1,13	12,92	51,55	0,00
36,42	1,43	17,58	54,00	0,00	37,15	1,34	16,41	53,56	0,00	37,89	1,24	15,23	53,12	0,00	38,63	1,15	14,06	52,69	0,00
36,42	1,45	19,02	55,44	0,00	37,15	1,35	17,75	54,90	0,00	37,89	1,25	16,49	54,38	0,00	38,63	1,16	15,22	53,85	0,00
36,42	1,46	20,48	56,90	0,00	37,15	1,36	19,12	56,27	0,00	37,89	1,27	17,75	55,64	0,00	38,63	1,17	16,39	55,02	0,00
36,42	1,47	21,96	58,38	0,00	37,15	1,38	20,49	57,64	0,00	37,89	1,28	19,03	56,92	0,00	38,63	1,18	17,57	56,20	0,00
36,42	1,49	23,45	59,87	0,00	37,15	1,39	21,88	59,03	0,00	37,89	1,29	20,32	58,21	0,00	38,63	1,19	18,76	57,39	0,00
36,42	1,50	24,95	61,37	0,00	37,15	1,40	23,28	60,43	0,00	37,89	1,30	21,62	59,51	0,00	38,63	1,20	19,96	58,59	0,00
36,42	1,52	26,47	62,89	0,00	37,15	1,42	24,70	61,85	0,00	37,89	1,32	22,94	60,83	0,00	38,63	1,21	21,17	59,80	0,00
36,42	1,53	28,00	64,42	0,00	37,15	1,43	26,13	63,28	0,00	37,89	1,33	24,26	62,15	0,00	38,63	1,23	22,40	61,03	0,00
36,42	1,55	29,54	65,96	0,00	37,15	1,44	27,57	64,72	0,00	37,89	1,34	25,61	63,50	0,00	38,63	1,24	23,64	62,27	0,00
36,42	1,56	31,11	67,53	0,00	37,15	1,46	29,03	66,18	0,00	37,89	1,35	26,96	64,85	0,47	38,63	1,25	24,89	63,52	1,81
36,42	1,58	32,68	69,10	0,00	37,15	1,47	30,50	67,65	0,98	37,89	1,37	28,33	66,22	2,42	38,63	1,26	26,15	64,78	3,86
36,42	1,59	34,28	70,70	1,28	37,15	1,49	31,99	69,14	2,84	37,89	1,38	29,71	67,60	4,38	38,63	1,27	27,42	66,05	5,93
36,42	1,61	35,88	72,30	3,05	37,15	1,50	33,49	70,64	4,71	37,89	1,39	31,10	68,99	6,37	38,63	1,29	28,71	67,34	8,02
36,42	1,62	37,51	73,93	4,84	37,15	1,52	35,01	72,16	6,61	37,89	1,41	32,51	70,40	8,37	38,63	1,30	30,01	68,64	10,13

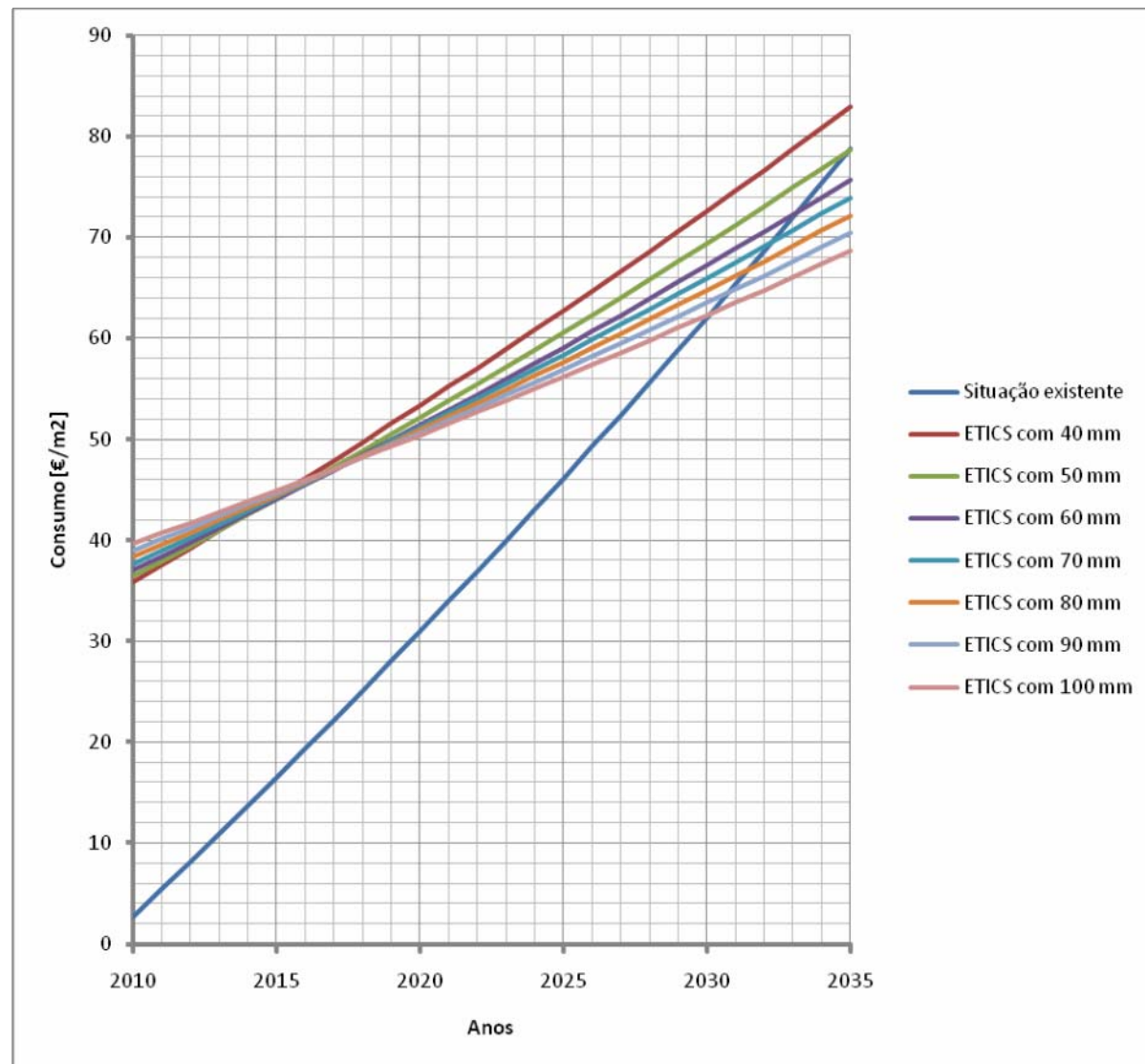


c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA														
Anos		C <sub>e,n</sub>	40 mm				50 mm				60 mm			
			Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
0	2010	0,110	34,19	1,02	1,02	0,00	34,93	1,19	1,19	0,00	35,67	1,32	1,32	0,00
1	2011	0,114	34,19	1,03	2,05	0,00	34,93	1,20	2,39	0,00	35,67	1,33	2,65	0,00
2	2012	0,119	34,19	1,04	3,09	0,00	34,93	1,21	3,61	0,00	35,67	1,34	3,99	0,00
3	2013	0,124	34,19	1,05	4,14	0,00	34,93	1,23	4,83	0,00	35,67	1,36	5,35	0,00
4	2014	0,129	34,19	1,06	5,20	0,00	34,93	1,24	6,07	0,00	35,67	1,37	6,72	0,00
5	2015	0,134	34,19	1,07	6,27	0,00	34,93	1,25	7,32	0,00	35,67	1,38	8,10	0,00
6	2016	0,139	34,19	1,08	7,35	0,00	34,93	1,26	8,58	0,00	35,67	1,40	9,50	0,00
7	2017	0,145	34,19	1,09	8,44	0,00	34,93	1,27	9,85	0,00	35,67	1,41	10,91	0,00
8	2018	0,151	34,19	1,10	9,55	0,00	34,93	1,29	11,14	0,00	35,67	1,42	12,33	0,00
9	2019	0,157	34,19	1,11	10,66	0,00	34,93	1,30	12,43	0,00	35,67	1,44	13,77	0,00
10	2020	0,163	34,19	1,12	11,78	0,00	34,93	1,31	13,75	0,00	35,67	1,45	15,22	0,00
11	2021	0,169	34,19	1,13	12,92	0,00	34,93	1,32	15,07	0,00	35,67	1,47	16,68	0,00
12	2022	0,176	34,19	1,15	14,06	0,00	34,93	1,34	16,41	0,00	35,67	1,48	18,16	0,00
13	2023	0,183	34,19	1,16	15,22	0,00	34,93	1,35	17,75	0,00	35,67	1,49	19,66	0,00
14	2024	0,190	34,19	1,17	16,39	0,00	34,93	1,36	19,12	0,00	35,67	1,51	21,17	0,00
15	2025	0,198	34,19	1,18	17,57	0,00	34,93	1,38	20,49	0,00	35,67	1,52	22,69	0,00
16	2026	0,206	34,19	1,19	18,76	0,00	34,93	1,39	21,88	0,00	35,67	1,54	24,23	0,00
17	2027	0,214	34,19	1,20	19,96	0,00	34,93	1,40	23,28	0,00	35,67	1,55	25,78	0,00
18	2028	0,223	34,19	1,21	21,17	0,00	34,93	1,42	24,70	0,00	35,67	1,57	27,35	0,00
19	2029	0,232	34,19	1,23	22,40	0,00	34,93	1,43	26,13	0,00	35,67	1,58	28,93	0,00
20	2030	0,241	34,19	1,24	23,64	0,00	34,93	1,44	27,57	0,00	35,67	1,60	30,53	0,00
21	2031	0,251	34,19	1,25	24,89	0,00	34,93	1,46	29,03	0,00	35,67	1,61	32,14	0,00
22	2032	0,261	34,19	1,26	26,15	0,00	34,93	1,47	30,50	0,00	35,67	1,63	33,77	0,00
23	2033	0,271	34,19	1,27	27,42	0,00	34,93	1,49	31,99	0,00	35,67	1,65	35,42	0,00
24	2034	0,282	34,19	1,29	28,71	0,00	34,93	1,50	33,49	0,00	35,67	1,66	37,08	1,41
25	2035	0,293	34,19	1,30	30,01	0,00	34,93	1,52	35,01	0,08	35,67	1,68	38,76	3,09



c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA															
70 mm				80 mm				90 mm				100 mm			
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
36,42	1,40	1,40	0,00	37,15	1,49	1,49	0,00	37,89	1,57	1,57	0,00	38,63	1,66	1,66	0,00
36,42	1,42	2,82	0,00	37,15	1,50	2,99	0,00	37,89	1,59	3,16	0,00	38,63	1,67	3,33	0,00
36,42	1,43	4,25	0,00	37,15	1,52	4,51	0,00	37,89	1,60	4,76	0,00	38,63	1,69	5,02	0,00
36,42	1,44	5,69	0,00	37,15	1,53	6,04	0,00	37,89	1,62	6,38	0,00	38,63	1,71	6,73	0,00
36,42	1,46	7,15	0,00	37,15	1,55	7,58	0,00	37,89	1,63	8,02	0,00	38,63	1,72	8,45	0,00
36,42	1,47	8,62	0,00	37,15	1,56	9,15	0,00	37,89	1,65	9,67	0,00	38,63	1,74	10,19	0,00
36,42	1,49	10,11	0,00	37,15	1,58	10,72	0,00	37,89	1,67	11,33	0,00	38,63	1,76	11,95	0,00
36,42	1,50	11,61	0,00	37,15	1,59	12,31	0,00	37,89	1,68	13,02	0,00	38,63	1,77	13,72	0,00
36,42	1,52	13,13	0,00	37,15	1,61	13,92	0,00	37,89	1,70	14,72	0,00	38,63	1,79	15,51	0,00
36,42	1,53	14,66	0,00	37,15	1,62	15,54	0,00	37,89	1,72	16,43	0,00	38,63	1,81	17,32	0,00
36,42	1,54	16,20	0,00	37,15	1,64	17,18	0,00	37,89	1,73	18,16	0,00	38,63	1,83	19,15	0,00
36,42	1,56	17,76	0,00	37,15	1,65	18,84	0,00	37,89	1,75	19,91	0,00	38,63	1,84	20,99	0,00
36,42	1,58	19,34	0,00	37,15	1,67	20,51	0,00	37,89	1,77	21,68	0,00	38,63	1,86	22,85	0,00
36,42	1,59	20,93	0,00	37,15	1,69	22,19	0,00	37,89	1,78	23,46	0,00	38,63	1,88	24,73	0,00
36,42	1,61	22,53	0,00	37,15	1,70	23,90	0,00	37,89	1,80	25,26	0,00	38,63	1,90	26,63	0,00
36,42	1,62	24,15	0,00	37,15	1,72	25,62	0,00	37,89	1,82	27,08	0,00	38,63	1,92	28,54	0,00
36,42	1,64	25,79	0,00	37,15	1,74	27,35	0,00	37,89	1,84	28,92	0,00	38,63	1,93	30,48	0,00
36,42	1,65	27,44	0,00	37,15	1,75	29,11	0,00	37,89	1,85	30,77	0,00	38,63	1,95	32,43	0,00
36,42	1,67	29,11	0,00	37,15	1,77	30,88	0,00	37,89	1,87	32,64	0,00	38,63	1,97	34,40	0,00
36,42	1,69	30,80	0,00	37,15	1,79	32,66	0,00	37,89	1,89	34,53	0,00	38,63	1,99	36,40	0,00
36,42	1,70	32,50	0,00	37,15	1,80	34,47	0,00	37,89	1,91	36,44	0,00	38,63	2,01	38,41	0,00
36,42	1,72	34,22	0,00	37,15	1,82	36,29	0,00	37,89	1,93	38,36	0,47	38,63	2,03	40,44	1,81
36,42	1,73	35,95	0,00	37,15	1,84	38,13	0,98	37,89	1,95	40,31	2,42	38,63	2,05	42,49	3,86
36,42	1,75	37,70	1,28	37,15	1,86	39,99	2,84	37,89	1,96	42,27	4,38	38,63	2,07	44,56	5,93
36,42	1,77	39,47	3,05	37,15	1,88	41,86	4,71	37,89	1,98	44,26	6,37	38,63	2,09	46,65	8,02
36,42	1,79	41,26	4,84	37,15	1,89	43,76	6,61	37,89	2,00	46,26	8,37	38,63	2,11	48,76	10,13







2 - CFMTFA - Alenquer - zona climática de Inverno: I1; GD=1410 [°C\*dias].

a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - CONSUMOS																				
Anos		C <sub>e,n</sub>	Situação existente			ETICS com 40 mm					ETICS com 50 mm					ETICS com 60 mm				
			C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
0	2010	0,110	7,15	7,15	7,15	34,19	2,57	2,57	36,76	0,00	34,93	2,20	2,20	37,13	0,00	35,67	1,94	1,94	37,61	0,00
1	2011	0,114	7,22	14,36	14,36	34,19	2,59	5,16	39,35	0,00	34,93	2,22	4,41	39,34	0,00	35,67	1,95	3,89	39,56	0,00
2	2012	0,119	7,29	21,65	21,65	34,19	2,62	7,78	41,97	0,00	34,93	2,24	6,65	41,58	0,00	35,67	1,97	5,86	41,53	0,00
3	2013	0,124	7,36	29,01	29,01	34,19	2,64	10,42	44,61	0,00	34,93	2,26	8,91	43,84	0,00	35,67	1,99	7,86	43,53	0,00
4	2014	0,129	7,43	36,44	36,44	34,19	2,67	13,09	47,28	0,00	34,93	2,28	11,20	46,13	0,00	35,67	2,01	9,87	45,54	0,00
5	2015	0,134	7,50	43,94	43,94	34,19	2,70	15,79	49,98	0,00	34,93	2,30	13,50	48,43	0,00	35,67	2,03	11,90	47,57	0,00
6	2016	0,139	7,57	51,51	51,51	34,19	2,72	18,51	52,70	0,00	34,93	2,33	15,83	50,76	0,75	35,67	2,05	13,95	49,62	1,89
7	2017	0,145	7,65	59,16	59,16	34,19	2,75	21,26	55,45	3,71	34,93	2,35	18,18	53,11	6,05	35,67	2,07	16,02	51,69	7,47
8	2018	0,151	7,72	66,88	66,88	34,19	2,77	24,03	58,22	8,65	34,93	2,37	20,55	55,48	11,40	35,67	2,09	18,11	53,78	13,10
9	2019	0,157	7,80	74,67	74,67	34,19	2,80	26,84	61,03	13,65	34,93	2,40	22,95	57,88	16,80	35,67	2,11	20,22	55,89	18,78
10	2020	0,163	7,87	82,55	82,55	34,19	2,83	29,67	63,86	18,69	34,93	2,42	25,37	60,30	22,25	35,67	2,13	22,36	58,03	24,52
11	2021	0,169	7,95	90,50	90,50	34,19	2,86	32,52	66,71	23,78	34,93	2,44	27,81	62,74	27,76	35,67	2,15	24,51	60,18	30,32
12	2022	0,176	8,03	98,52	98,52	34,19	2,88	35,41	69,60	28,92	34,93	2,47	30,27	65,20	33,32	35,67	2,17	26,68	62,35	36,17
13	2023	0,183	8,10	106,62	106,62	34,19	2,91	38,32	72,51	34,12	34,93	2,49	32,76	67,69	38,93	35,67	2,19	28,88	64,55	42,08
14	2024	0,190	8,18	114,81	114,81	34,19	2,94	41,26	75,45	39,36	34,93	2,51	35,28	70,21	44,60	35,67	2,22	31,09	66,76	48,04
15	2025	0,198	8,26	123,07	123,07	34,19	2,97	44,23	78,42	44,65	34,93	2,54	37,82	72,75	50,32	35,67	2,24	33,33	69,00	54,07
16	2026	0,206	8,34	131,41	131,41	34,19	3,00	47,23	81,42	49,99	34,93	2,56	40,38	75,31	56,10	35,67	2,26	35,59	71,26	60,15
17	2027	0,214	8,42	139,83	139,83	34,19	3,03	50,25	84,44	55,39	34,93	2,59	42,97	77,90	61,93	35,67	2,28	37,87	73,54	66,29
18	2028	0,223	8,50	148,34	148,34	34,19	3,06	53,31	87,50	60,84	34,93	2,61	45,58	80,51	67,82	35,67	2,30	40,17	75,84	72,49
19	2029	0,232	8,59	156,92	156,92	34,19	3,09	56,39	90,58	66,34	34,93	2,64	48,22	83,15	73,77	35,67	2,33	42,50	78,17	78,75
20	2030	0,241	8,67	165,60	165,60	34,19	3,12	59,51	93,70	71,89	34,93	2,66	50,89	85,82	79,78	35,67	2,35	44,85	80,52	85,08
21	2031	0,251	8,75	174,35	174,35	34,19	3,15	62,66	96,85	77,50	34,93	2,69	53,58	88,51	85,84	35,67	2,37	47,22	82,89	91,46
22	2032	0,261	8,84	183,19	183,19	34,19	3,18	65,83	100,02	83,17	34,93	2,72	56,29	91,22	91,97	35,67	2,39	49,61	85,28	97,91
23	2033	0,271	8,93	192,12	192,12	34,19	3,21	69,04	103,23	88,88	34,93	2,74	59,04	93,97	98,15	35,67	2,42	52,03	87,70	104,41
24	2034	0,282	9,01	201,13	201,13	34,19	3,24	72,28	106,47	94,66	34,93	2,77	61,80	96,73	104,39	35,67	2,44	54,47	90,14	110,99
25	2035	0,293	9,10	210,23	210,23	34,19	3,27	75,55	109,74	100,49	34,93	2,80	64,60	99,53	110,70	35,67	2,46	56,94	92,61	117,62



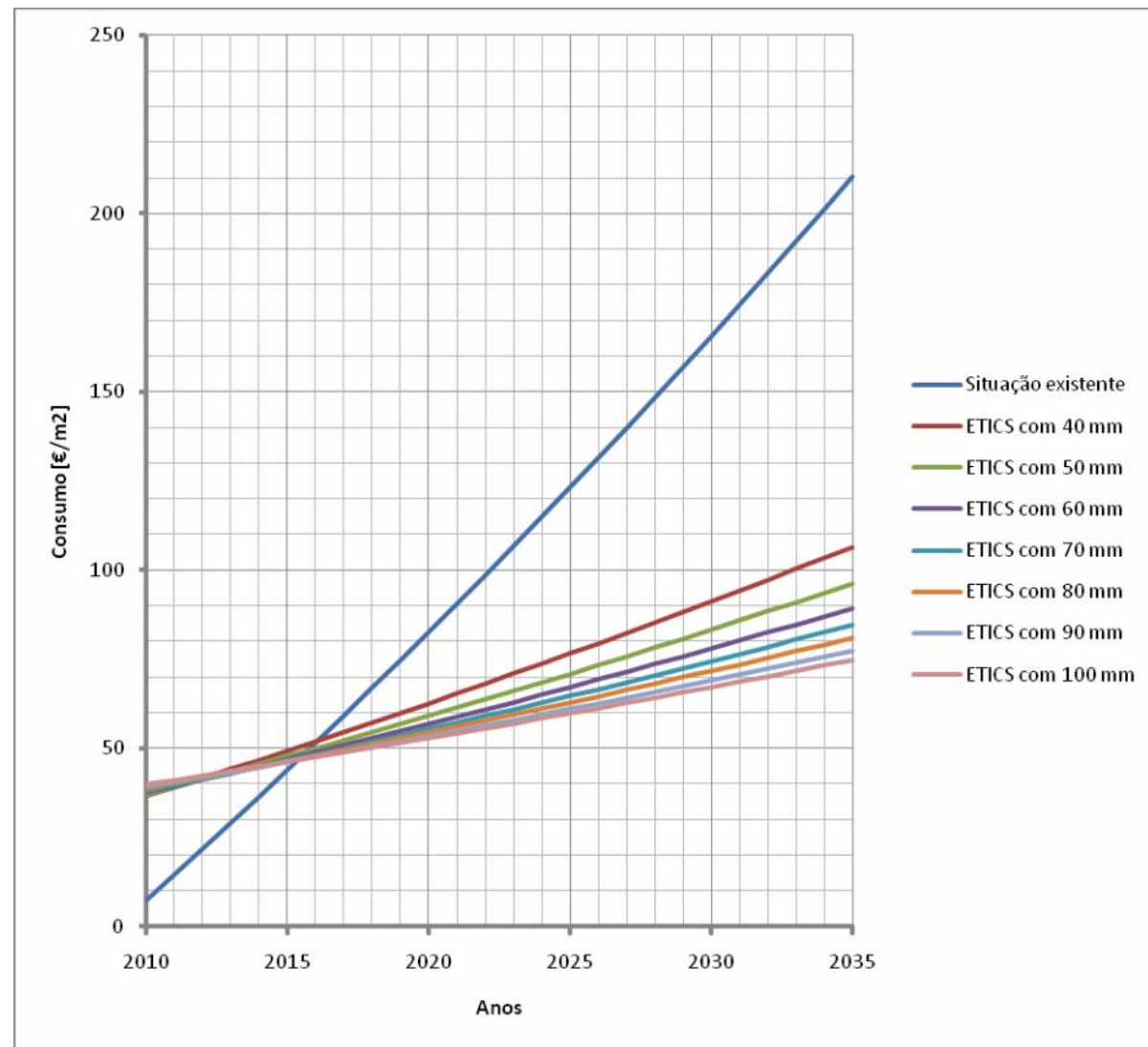
a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - CONSUMOS																			
ETICS com 70 mm					ETICS com 80 mm					ETICS com 90 mm					ETICS com 100 mm				
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
36,42	1,71	1,71	38,13	0,00	37,15	1,53	1,53	38,68	0,00	37,89	1,38	1,38	39,27	0,00	38,63	1,27	1,27	39,90	0,00
36,42	1,73	3,44	39,86	0,00	37,15	1,54	3,07	40,22	0,00	37,89	1,39	2,77	40,66	0,00	38,63	1,28	2,54	41,17	0,00
36,42	1,75	5,19	41,61	0,00	37,15	1,56	4,62	41,77	0,00	37,89	1,40	4,17	42,06	0,00	38,63	1,29	3,83	42,46	0,00
36,42	1,76	6,95	43,37	0,00	37,15	1,57	6,19	43,34	0,00	37,89	1,42	5,59	43,48	0,00	38,63	1,30	5,14	43,77	0,00
36,42	1,78	8,73	45,15	0,00	37,15	1,59	7,78	44,93	0,00	37,89	1,43	7,02	44,91	0,00	38,63	1,32	6,45	45,08	0,00
36,42	1,80	10,53	46,95	0,00	37,15	1,60	9,38	46,53	0,00	37,89	1,45	8,47	46,36	0,00	38,63	1,33	7,78	46,41	0,00
36,42	1,81	12,34	48,76	2,75	37,15	1,62	11,00	48,15	3,36	37,89	1,46	9,93	47,82	3,69	38,63	1,34	9,12	47,75	3,76
36,42	1,83	14,17	50,59	8,56	37,15	1,63	12,63	49,78	9,37	37,89	1,47	11,40	49,29	9,87	38,63	1,35	10,48	49,11	10,05
36,42	1,85	16,02	52,44	14,44	37,15	1,65	14,28	51,43	15,45	37,89	1,49	12,89	50,78	16,10	38,63	1,37	11,84	50,47	16,41
36,42	1,87	17,89	54,31	20,36	37,15	1,66	15,95	53,10	21,58	37,89	1,50	14,39	52,28	22,39	38,63	1,38	13,22	51,85	22,82
36,42	1,89	19,78	56,20	26,35	37,15	1,68	17,63	54,78	27,77	37,89	1,52	15,91	53,80	28,75	38,63	1,39	14,62	53,25	29,30
36,42	1,90	21,68	58,10	32,39	37,15	1,70	19,32	56,47	34,02	37,89	1,53	17,44	55,33	35,17	38,63	1,41	16,03	54,66	35,84
36,42	1,92	23,60	60,02	38,50	37,15	1,71	21,04	58,19	40,33	37,89	1,55	18,99	56,88	41,65	38,63	1,42	17,45	56,08	42,44
36,42	1,94	25,55	61,97	44,66	37,15	1,73	22,77	59,92	46,71	37,89	1,56	20,55	58,44	48,19	38,63	1,43	18,88	57,51	49,11
36,42	1,96	27,51	63,93	50,88	37,15	1,75	24,52	61,67	53,14	37,89	1,58	22,12	60,01	54,79	38,63	1,45	20,33	58,96	55,85
36,42	1,98	29,49	65,91	57,16	37,15	1,76	26,28	63,43	59,64	37,89	1,59	23,72	61,61	61,46	38,63	1,46	21,79	60,42	62,64
36,42	2,00	31,48	67,90	63,51	37,15	1,78	28,06	65,21	66,20	37,89	1,61	25,32	63,21	68,20	38,63	1,48	23,27	61,90	69,51
36,42	2,02	33,50	69,92	69,91	37,15	1,80	29,86	67,01	72,82	37,89	1,62	26,95	64,84	75,00	38,63	1,49	24,76	63,39	76,44
36,42	2,04	35,54	71,96	76,38	37,15	1,82	31,68	68,83	79,51	37,89	1,64	28,59	66,48	81,86	38,63	1,51	26,27	64,90	83,44
36,42	2,06	37,60	74,02	82,91	37,15	1,83	33,51	70,66	86,26	37,89	1,65	30,24	68,13	88,79	38,63	1,52	27,79	66,42	90,51
36,42	2,08	39,67	76,09	89,50	37,15	1,85	35,36	72,51	93,08	37,89	1,67	31,91	69,80	95,79	38,63	1,54	29,32	67,95	97,64
36,42	2,10	41,77	78,19	96,16	37,15	1,87	37,23	74,38	99,97	37,89	1,69	33,60	71,49	102,86	38,63	1,55	30,87	69,50	104,85
36,42	2,12	43,89	80,31	102,88	37,15	1,89	39,12	76,27	106,92	37,89	1,70	35,30	73,19	110,00	38,63	1,57	32,44	71,07	112,12
36,42	2,14	46,03	82,45	109,67	37,15	1,91	41,02	78,17	113,94	37,89	1,72	37,02	74,91	117,20	38,63	1,58	34,02	72,65	119,46
36,42	2,16	48,19	84,61	116,52	37,15	1,92	42,95	80,10	121,03	37,89	1,74	38,76	76,65	124,48	38,63	1,60	35,62	74,25	126,88
36,42	2,18	50,37	86,79	123,44	37,15	1,94	44,89	82,04	128,18	37,89	1,75	40,51	78,40	131,82	38,63	1,61	37,23	75,86	134,37



a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - POUPANÇA														
Anos		C <sub>e,n</sub>	40 mm				50 mm				60 mm			
			Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
0	2010	0,110	34,19	4,58	4,58	0,00	34,93	4,95	4,95	0,00	35,67	5,21	5,21	0,00
1	2011	0,114	34,19	4,62	9,20	0,00	34,93	5,00	9,95	0,00	35,67	5,26	10,47	0,00
2	2012	0,119	34,19	4,67	13,87	0,00	34,93	5,05	15,00	0,00	35,67	5,31	15,79	0,00
3	2013	0,124	34,19	4,71	18,58	0,00	34,93	5,10	20,09	0,00	35,67	5,36	21,15	0,00
4	2014	0,129	34,19	4,76	23,34	0,00	34,93	5,15	25,24	0,00	35,67	5,42	26,57	0,00
5	2015	0,134	34,19	4,81	28,15	0,00	34,93	5,20	30,44	0,00	35,67	5,47	32,04	0,00
6	2016	0,139	34,19	4,85	33,00	0,00	34,93	5,25	35,68	0,75	35,67	5,52	37,56	1,89
7	2017	0,145	34,19	4,90	37,90	3,71	34,93	5,30	40,98	6,05	35,67	5,58	43,14	7,47
8	2018	0,151	34,19	4,95	42,84	8,65	34,93	5,35	46,33	11,40	35,67	5,63	48,77	13,10
9	2019	0,157	34,19	4,99	47,84	13,65	34,93	5,40	51,73	16,80	35,67	5,68	54,45	18,78
10	2020	0,163	34,19	5,04	52,88	18,69	34,93	5,45	57,18	22,25	35,67	5,74	60,19	24,52
11	2021	0,169	34,19	5,09	57,97	23,78	34,93	5,51	62,69	27,76	35,67	5,80	65,99	30,32
12	2022	0,176	34,19	5,14	63,11	28,92	34,93	5,56	68,25	33,32	35,67	5,85	71,84	36,17
13	2023	0,183	34,19	5,19	68,31	34,12	34,93	5,61	73,86	38,93	35,67	5,91	77,75	42,08
14	2024	0,190	34,19	5,24	73,55	39,36	34,93	5,67	79,53	44,60	35,67	5,97	83,71	48,04
15	2025	0,198	34,19	5,29	78,84	44,65	34,93	5,72	85,25	50,32	35,67	6,02	89,74	54,07
16	2026	0,206	34,19	5,34	84,18	49,99	34,93	5,78	91,03	56,10	35,67	6,08	95,82	60,15
17	2027	0,214	34,19	5,40	89,58	55,39	34,93	5,83	96,86	61,93	35,67	6,14	101,96	66,29
18	2028	0,223	34,19	5,45	95,03	60,84	34,93	5,89	102,75	67,82	35,67	6,20	108,16	72,49
19	2029	0,232	34,19	5,50	100,53	66,34	34,93	5,95	108,70	73,77	35,67	6,26	114,42	78,75
20	2030	0,241	34,19	5,55	106,08	71,89	34,93	6,01	114,71	79,78	35,67	6,32	120,75	85,08
21	2031	0,251	34,19	5,61	111,69	77,50	34,93	6,06	120,77	85,84	35,67	6,38	127,13	91,46
22	2032	0,261	34,19	5,66	117,36	83,17	34,93	6,12	126,90	91,97	35,67	6,45	133,58	97,91
23	2033	0,271	34,19	5,72	123,07	88,88	34,93	6,18	133,08	98,15	35,67	6,51	140,08	104,41
24	2034	0,282	34,19	5,77	128,85	94,66	34,93	6,24	139,32	104,39	35,67	6,57	146,66	110,99
25	2035	0,293	34,19	5,83	134,68	100,49	34,93	6,30	145,63	110,70	35,67	6,64	153,29	117,62



a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - POUPANÇA															
70 mm				80 mm				90 mm				100 mm			
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
36,42	5,43	5,43	0,00	37,15	5,62	5,62	0,00	37,89	5,77	5,77	0,00	38,63	5,88	5,88	0,00
36,42	5,49	10,92	0,00	37,15	5,68	11,30	0,00	37,89	5,83	11,60	0,00	38,63	5,94	11,82	0,00
36,42	5,54	16,46	0,00	37,15	5,73	17,03	0,00	37,89	5,88	17,48	0,00	38,63	6,00	17,82	0,00
36,42	5,59	22,06	0,00	37,15	5,79	22,81	0,00	37,89	5,94	23,42	0,00	38,63	6,05	23,87	0,00
36,42	5,65	27,71	0,00	37,15	5,84	28,66	0,00	37,89	6,00	29,41	0,00	38,63	6,11	29,98	0,00
36,42	5,70	33,41	0,00	37,15	5,90	34,55	0,00	37,89	6,06	35,47	0,00	38,63	6,17	36,16	0,00
36,42	5,76	39,17	2,75	37,15	5,96	40,51	3,36	37,89	6,11	41,58	3,69	38,63	6,23	42,39	3,76
36,42	5,81	44,98	8,56	37,15	6,01	46,52	9,37	37,89	6,17	47,76	9,87	38,63	6,29	48,68	10,05
36,42	5,87	50,86	14,44	37,15	6,07	52,60	15,45	37,89	6,23	53,99	16,10	38,63	6,35	55,04	16,41
36,42	5,93	56,78	20,36	37,15	6,13	58,73	21,58	37,89	6,29	60,28	22,39	38,63	6,42	61,45	22,82
36,42	5,99	62,77	26,35	37,15	6,19	64,92	27,77	37,89	6,36	66,64	28,75	38,63	6,48	67,93	29,30
36,42	6,04	68,81	32,39	37,15	6,25	71,17	34,02	37,89	6,42	73,06	35,17	38,63	6,54	74,47	35,84
36,42	6,10	74,92	38,50	37,15	6,31	77,48	40,33	37,89	6,48	79,54	41,65	38,63	6,60	81,07	42,44
36,42	6,16	81,08	44,66	37,15	6,37	83,86	46,71	37,89	6,54	86,08	48,19	38,63	6,67	87,74	49,11
36,42	6,22	87,30	50,88	37,15	6,43	90,29	53,14	37,89	6,61	92,68	54,79	38,63	6,73	94,48	55,85
36,42	6,28	93,58	57,16	37,15	6,50	96,79	59,64	37,89	6,67	99,35	61,46	38,63	6,80	101,27	62,64
36,42	6,34	99,93	63,51	37,15	6,56	103,35	66,20	37,89	6,73	106,09	68,20	38,63	6,86	108,14	69,51
36,42	6,40	106,33	69,91	37,15	6,62	109,97	72,82	37,89	6,80	112,89	75,00	38,63	6,93	115,07	76,44
36,42	6,47	112,80	76,38	37,15	6,69	116,66	79,51	37,89	6,87	119,75	81,86	38,63	7,00	122,07	83,44
36,42	6,53	119,33	82,91	37,15	6,75	123,41	86,26	37,89	6,93	126,68	88,79	38,63	7,07	129,14	90,51
36,42	6,59	125,92	89,50	37,15	6,82	130,23	93,08	37,89	7,00	133,68	95,79	38,63	7,14	136,27	97,64
36,42	6,66	132,58	96,16	37,15	6,89	137,12	99,97	37,89	7,07	140,75	102,86	38,63	7,20	143,48	104,85
36,42	6,72	139,30	102,88	37,15	6,95	144,07	106,92	37,89	7,14	147,89	110,00	38,63	7,27	150,75	112,12
36,42	6,79	146,09	109,67	37,15	7,02	151,09	113,94	37,89	7,21	155,09	117,20	38,63	7,34	158,09	119,46
36,42	6,85	152,94	116,52	37,15	7,09	158,18	121,03	37,89	7,28	162,37	124,48	38,63	7,42	165,51	126,88
36,42	6,92	159,86	123,44	37,15	7,16	165,33	128,18	37,89	7,35	169,71	131,82	38,63	7,49	173,00	134,37





b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMOS																				
Anos	C <sub>e,n</sub>	Situação existente			ETICS com 40 mm					ETICS com 50 mm					ETICS com 60 mm					
		C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	
0	2010	0,110	4,09	4,09	4,09	34,19	1,90	1,90	36,09	0,00	34,93	1,68	1,68	36,61	0,00	35,67	1,53	1,53	37,20	0,00
1	2011	0,114	4,13	8,23	8,23	34,19	1,92	3,82	38,01	0,00	34,93	1,69	3,37	38,30	0,00	35,67	1,54	3,07	38,74	0,00
2	2012	0,119	4,17	12,40	12,40	34,19	1,94	5,75	39,94	0,00	34,93	1,71	5,07	40,00	0,00	35,67	1,56	4,62	40,29	0,00
3	2013	0,124	4,22	16,62	16,62	34,19	1,95	7,71	41,90	0,00	34,93	1,72	6,80	41,73	0,00	35,67	1,57	6,19	41,86	0,00
4	2014	0,129	4,26	20,87	20,87	34,19	1,97	9,68	43,87	0,00	34,93	1,74	8,54	43,47	0,00	35,67	1,59	7,78	43,45	0,00
5	2015	0,134	4,30	25,17	25,17	34,19	1,99	11,67	45,86	0,00	34,93	1,76	10,30	45,23	0,00	35,67	1,60	9,38	45,05	0,00
6	2016	0,139	4,34	29,51	29,51	34,19	2,01	13,68	47,87	0,00	34,93	1,78	12,07	47,00	0,00	35,67	1,62	11,00	46,67	0,00
7	2017	0,145	4,38	33,89	33,89	34,19	2,03	15,71	49,90	0,00	34,93	1,79	13,86	48,79	0,00	35,67	1,63	12,63	48,30	0,00
8	2018	0,151	4,42	38,32	38,32	34,19	2,05	17,76	51,95	0,00	34,93	1,81	15,67	50,60	0,00	35,67	1,65	14,28	49,95	0,00
9	2019	0,157	4,47	42,78	42,78	34,19	2,07	19,84	54,03	0,00	34,93	1,83	17,50	52,43	0,00	35,67	1,66	15,95	51,62	0,00
10	2020	0,163	4,51	47,29	47,29	34,19	2,09	21,93	56,12	0,00	34,93	1,85	19,35	54,28	0,00	35,67	1,68	17,63	53,30	0,00
11	2021	0,169	4,55	51,85	51,85	34,19	2,11	24,04	58,23	0,00	34,93	1,86	21,21	56,14	0,00	35,67	1,70	19,32	54,99	0,00
12	2022	0,176	4,60	56,44	56,44	34,19	2,13	26,17	60,36	0,00	34,93	1,88	23,09	58,02	0,00	35,67	1,71	21,04	56,71	0,00
13	2023	0,183	4,64	61,09	61,09	34,19	2,15	28,32	62,51	0,00	34,93	1,90	24,99	59,92	1,17	35,67	1,73	22,77	58,44	2,65
14	2024	0,190	4,69	65,77	65,77	34,19	2,17	30,50	64,69	1,09	34,93	1,92	26,91	61,84	3,94	35,67	1,75	24,52	60,19	5,59
15	2025	0,198	4,73	70,51	70,51	34,19	2,19	32,69	66,88	3,63	34,93	1,94	28,84	63,77	6,73	35,67	1,76	26,28	61,95	8,56
16	2026	0,206	4,78	75,29	75,29	34,19	2,22	34,91	69,10	6,19	34,93	1,96	30,80	65,73	9,56	35,67	1,78	28,06	63,73	11,56
17	2027	0,214	4,83	80,11	80,11	34,19	2,24	37,14	71,33	8,78	34,93	1,97	32,77	67,70	12,41	35,67	1,80	29,86	65,53	14,58
18	2028	0,223	4,87	84,99	84,99	34,19	2,26	39,40	73,59	11,39	34,93	1,99	34,77	69,70	15,29	35,67	1,82	31,68	67,35	17,64
19	2029	0,232	4,92	89,90	89,90	34,19	2,28	41,68	75,87	14,03	34,93	2,01	36,78	71,71	18,20	35,67	1,83	33,51	69,18	20,72
20	2030	0,241	4,97	94,87	94,87	34,19	2,30	43,99	78,18	16,70	34,93	2,03	38,81	73,74	21,13	35,67	1,85	35,36	71,03	23,84
21	2031	0,251	5,02	99,89	99,89	34,19	2,33	46,31	80,50	19,39	34,93	2,05	40,86	75,79	24,09	35,67	1,87	37,23	72,90	26,99
22	2032	0,261	5,06	104,95	104,95	34,19	2,35	48,66	82,85	22,10	34,93	2,07	42,94	77,87	27,09	35,67	1,89	39,12	74,79	30,16
23	2033	0,271	5,11	110,07	110,07	34,19	2,37	51,03	85,22	24,85	34,93	2,09	45,03	79,96	30,11	35,67	1,91	41,02	76,69	33,37
24	2034	0,282	5,16	115,23	115,23	34,19	2,39	53,42	87,61	27,61	34,93	2,11	47,14	82,07	33,16	35,67	1,92	42,95	78,62	36,61
25	2035	0,293	5,21	120,44	120,44	34,19	2,42	55,84	90,03	30,41	34,93	2,13	49,27	84,20	36,24	35,67	1,94	44,89	80,56	39,88



b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMOS																			
ETICS com 70 mm					ETICS com 80 mm					ETICS com 90 mm					ETICS com 100 mm				
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp,Acm</sub>	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp,Acm</sub>	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp,Acm</sub>	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp,Acm</sub>	C <sub>g</sub>	Retrn
36,42	1,38	1,38	37,80	0,00	37,15	1,27	1,27	38,42	0,00	37,89	1,15	1,15	39,04	0,00	38,63	1,08	1,08	39,71	0,00
36,42	1,39	2,77	39,19	0,00	37,15	1,28	2,54	39,69	0,00	37,89	1,17	2,32	40,21	0,00	38,63	1,09	2,17	40,80	0,00
36,42	1,40	4,17	40,59	0,00	37,15	1,29	3,83	40,98	0,00	37,89	1,18	3,50	41,39	0,00	38,63	1,10	3,27	41,90	0,00
36,42	1,42	5,59	42,01	0,00	37,15	1,30	5,14	42,29	0,00	37,89	1,19	4,68	42,57	0,00	38,63	1,11	4,38	43,01	0,00
36,42	1,43	7,02	43,44	0,00	37,15	1,32	6,45	43,60	0,00	37,89	1,20	5,88	43,77	0,00	38,63	1,12	5,50	44,13	0,00
36,42	1,45	8,47	44,89	0,00	37,15	1,33	7,78	44,93	0,00	37,89	1,21	7,09	44,98	0,00	38,63	1,13	6,64	45,27	0,00
36,42	1,46	9,93	46,35	0,00	37,15	1,34	9,12	46,27	0,00	37,89	1,22	8,32	46,21	0,00	38,63	1,14	7,78	46,41	0,00
36,42	1,47	11,40	47,82	0,00	37,15	1,35	10,48	47,63	0,00	37,89	1,23	9,55	47,44	0,00	38,63	1,16	8,94	47,57	0,00
36,42	1,49	12,89	49,31	0,00	37,15	1,37	11,84	48,99	0,00	37,89	1,25	10,80	48,69	0,00	38,63	1,17	10,10	48,73	0,00
36,42	1,50	14,39	50,81	0,00	37,15	1,38	13,22	50,37	0,00	37,89	1,26	12,06	49,95	0,00	38,63	1,18	11,28	49,91	0,00
36,42	1,52	15,91	52,33	0,00	37,15	1,39	14,62	51,77	0,00	37,89	1,27	13,33	51,22	0,00	38,63	1,19	12,47	51,10	0,00
36,42	1,53	17,44	53,86	0,00	37,15	1,41	16,03	53,18	0,00	37,89	1,28	14,61	52,50	0,00	38,63	1,20	13,67	52,30	0,00
36,42	1,55	18,99	55,41	1,04	37,15	1,42	17,45	54,60	1,85	37,89	1,30	15,91	53,80	2,65	38,63	1,21	14,88	53,51	2,93
36,42	1,56	20,55	56,97	4,12	37,15	1,43	18,88	56,03	5,06	37,89	1,31	17,22	55,11	5,98	38,63	1,22	16,10	54,73	6,35
36,42	1,58	22,12	58,54	7,23	37,15	1,45	20,33	57,48	8,29	37,89	1,32	18,54	56,43	9,35	38,63	1,24	17,34	55,97	9,80
36,42	1,59	23,72	60,14	10,37	37,15	1,46	21,79	58,94	11,56	37,89	1,33	19,87	57,76	12,75	38,63	1,25	18,59	57,22	13,29
36,42	1,61	25,32	61,74	13,54	37,15	1,48	23,27	60,42	14,87	37,89	1,35	21,22	59,11	16,18	38,63	1,26	19,85	58,48	16,81
36,42	1,62	26,95	63,37	16,75	37,15	1,49	24,76	61,91	18,20	37,89	1,36	22,58	60,47	19,65	38,63	1,27	21,12	59,75	20,36
36,42	1,64	28,59	65,01	19,98	37,15	1,51	26,27	63,42	21,57	37,89	1,37	23,95	61,84	23,14	38,63	1,28	22,41	61,04	23,95
36,42	1,65	30,24	66,66	23,24	37,15	1,52	27,79	64,94	24,97	37,89	1,39	25,34	63,23	26,68	38,63	1,30	23,70	62,33	27,57
36,42	1,67	31,91	68,33	26,54	37,15	1,54	29,32	66,47	28,40	37,89	1,40	26,74	64,63	30,25	38,63	1,31	25,01	63,64	31,23
36,42	1,69	33,60	70,02	29,87	37,15	1,55	30,87	68,02	31,86	37,89	1,41	28,15	66,04	33,85	38,63	1,32	26,33	64,96	34,92
36,42	1,70	35,30	71,72	33,23	37,15	1,57	32,44	69,59	35,36	37,89	1,43	29,58	67,47	37,48	38,63	1,34	27,67	66,30	38,65
36,42	1,72	37,02	73,44	36,62	37,15	1,58	34,02	71,17	38,90	37,89	1,44	31,02	68,91	41,16	38,63	1,35	29,02	67,65	42,42
36,42	1,74	38,76	75,18	40,05	37,15	1,60	35,62	72,77	42,46	37,89	1,46	32,47	70,36	44,87	38,63	1,36	30,38	69,01	46,22
36,42	1,75	40,51	76,93	43,51	37,15	1,61	37,23	74,38	46,06	37,89	1,47	33,94	71,83	48,61	38,63	1,37	31,75	70,38	50,06

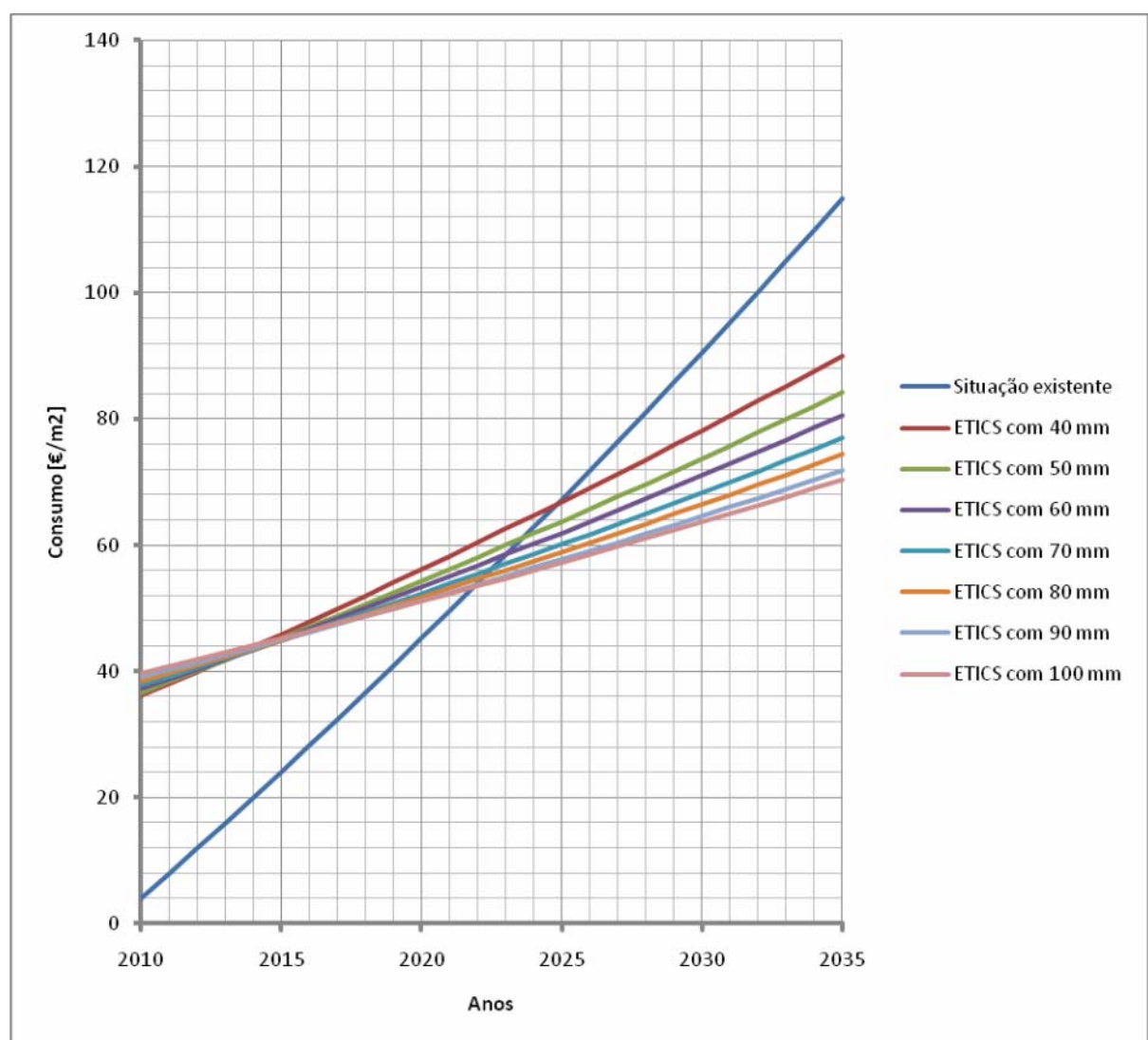




b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA														
Anos		C <sub>e,n</sub>	40 mm				50 mm				60 mm			
			Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
0	2010	0,110	34,19	2,20	2,20	0,00	34,93	2,42	2,42	0,00	35,67	2,57	2,57	0,00
1	2011	0,114	34,19	2,22	4,41	0,00	34,93	2,44	4,86	0,00	35,67	2,59	5,16	0,00
2	2012	0,119	34,19	2,24	6,65	0,00	34,93	2,47	7,33	0,00	35,67	2,62	7,78	0,00
3	2013	0,124	34,19	2,26	8,91	0,00	34,93	2,49	9,82	0,00	35,67	2,64	10,42	0,00
4	2014	0,129	34,19	2,28	11,20	0,00	34,93	2,51	12,34	0,00	35,67	2,67	13,09	0,00
5	2015	0,134	34,19	2,30	13,50	0,00	34,93	2,54	14,87	0,00	35,67	2,70	15,79	0,00
6	2016	0,139	34,19	2,33	15,83	0,00	34,93	2,56	17,44	0,00	35,67	2,72	18,51	0,00
7	2017	0,145	34,19	2,35	18,18	0,00	34,93	2,59	20,03	0,00	35,67	2,75	21,26	0,00
8	2018	0,151	34,19	2,37	20,55	0,00	34,93	2,61	22,64	0,00	35,67	2,77	24,03	0,00
9	2019	0,157	34,19	2,40	22,95	0,00	34,93	2,64	25,28	0,00	35,67	2,80	26,84	0,00
10	2020	0,163	34,19	2,42	25,37	0,00	34,93	2,67	27,95	0,00	35,67	2,83	29,67	0,00
11	2021	0,169	34,19	2,44	27,81	0,00	34,93	2,69	30,64	0,00	35,67	2,86	32,52	0,00
12	2022	0,176	34,19	2,47	30,27	0,00	34,93	2,72	33,35	0,00	35,67	2,88	35,41	0,00
13	2023	0,183	34,19	2,49	32,76	0,00	34,93	2,74	36,10	1,17	35,67	2,91	38,32	2,65
14	2024	0,190	34,19	2,51	35,28	1,09	34,93	2,77	38,87	3,94	35,67	2,94	41,26	5,59
15	2025	0,198	34,19	2,54	37,82	3,63	34,93	2,80	41,66	6,73	35,67	2,97	44,23	8,56
16	2026	0,206	34,19	2,56	40,38	6,19	34,93	2,82	44,49	9,56	35,67	3,00	47,23	11,56
17	2027	0,214	34,19	2,59	42,97	8,78	34,93	2,85	47,34	12,41	35,67	3,03	50,25	14,58
18	2028	0,223	34,19	2,61	45,58	11,39	34,93	2,88	50,22	15,29	35,67	3,06	53,31	17,64
19	2029	0,232	34,19	2,64	48,22	14,03	34,93	2,91	53,13	18,20	35,67	3,09	56,39	20,72
20	2030	0,241	34,19	2,66	50,89	16,70	34,93	2,94	56,06	21,13	35,67	3,12	59,51	23,84
21	2031	0,251	34,19	2,69	53,58	19,39	34,93	2,96	59,02	24,09	35,67	3,15	62,66	26,99
22	2032	0,261	34,19	2,72	56,29	22,10	34,93	2,99	62,02	27,09	35,67	3,18	65,83	30,16
23	2033	0,271	34,19	2,74	59,04	24,85	34,93	3,02	65,04	30,11	35,67	3,21	69,04	33,37
24	2034	0,282	34,19	2,77	61,80	27,61	34,93	3,05	68,09	33,16	35,67	3,24	72,28	36,61
25	2035	0,293	34,19	2,80	64,60	30,41	34,93	3,08	71,17	36,24	35,67	3,27	75,55	39,88



b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA															
70 mm				80 mm				90 mm				100 mm			
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
36,42	2,72	2,72	0,00	37,15	2,83	2,83	0,00	37,89	2,94	2,94	0,00	38,63	3,02	3,02	0,00
36,42	2,74	5,46	0,00	37,15	2,86	5,69	0,00	37,89	2,97	5,91	0,00	38,63	3,04	6,06	0,00
36,42	2,77	8,23	0,00	37,15	2,88	8,57	0,00	37,89	3,00	8,91	0,00	38,63	3,07	9,13	0,00
36,42	2,80	11,03	0,00	37,15	2,91	11,48	0,00	37,89	3,03	11,94	0,00	38,63	3,10	12,24	0,00
36,42	2,82	13,85	0,00	37,15	2,94	14,42	0,00	37,89	3,06	14,99	0,00	38,63	3,13	15,37	0,00
36,42	2,85	16,71	0,00	37,15	2,97	17,39	0,00	37,89	3,09	18,08	0,00	38,63	3,16	18,54	0,00
36,42	2,88	19,58	0,00	37,15	3,00	20,39	0,00	37,89	3,12	21,19	0,00	38,63	3,20	21,73	0,00
36,42	2,91	22,49	0,00	37,15	3,03	23,42	0,00	37,89	3,15	24,34	0,00	38,63	3,23	24,96	0,00
36,42	2,94	25,43	0,00	37,15	3,06	26,47	0,00	37,89	3,18	27,52	0,00	38,63	3,26	28,21	0,00
36,42	2,96	28,39	0,00	37,15	3,09	29,56	0,00	37,89	3,21	30,73	0,00	38,63	3,29	31,50	0,00
36,42	2,99	31,38	0,00	37,15	3,12	32,67	0,00	37,89	3,24	33,96	0,00	38,63	3,32	34,82	0,00
36,42	3,02	34,41	0,00	37,15	3,15	35,82	0,00	37,89	3,27	37,24	0,00	38,63	3,35	38,18	0,00
36,42	3,05	37,46	1,04	37,15	3,18	39,00	1,85	37,89	3,30	40,54	2,65	38,63	3,39	41,56	2,93
36,42	3,08	40,54	4,12	37,15	3,21	42,21	5,06	37,89	3,33	43,87	5,98	38,63	3,42	44,98	6,35
36,42	3,11	43,65	7,23	37,15	3,24	45,44	8,29	37,89	3,37	47,24	9,35	38,63	3,45	48,43	9,80
36,42	3,14	46,79	10,37	37,15	3,27	48,71	11,56	37,89	3,40	50,64	12,75	38,63	3,49	51,92	13,29
36,42	3,17	49,96	13,54	37,15	3,30	52,02	14,87	37,89	3,43	54,07	16,18	38,63	3,52	55,44	16,81
36,42	3,20	53,17	16,75	37,15	3,33	55,35	18,20	37,89	3,47	57,54	19,65	38,63	3,55	58,99	20,36
36,42	3,23	56,40	19,98	37,15	3,37	58,72	21,57	37,89	3,50	61,03	23,14	38,63	3,59	62,58	23,95
36,42	3,26	59,66	23,24	37,15	3,40	62,12	24,97	37,89	3,53	64,57	26,68	38,63	3,62	66,20	27,57
36,42	3,30	62,96	26,54	37,15	3,43	65,55	28,40	37,89	3,57	68,14	30,25	38,63	3,66	69,86	31,23
36,42	3,33	66,29	29,87	37,15	3,47	69,01	31,86	37,89	3,60	71,74	33,85	38,63	3,69	73,55	34,92
36,42	3,36	69,65	33,23	37,15	3,50	72,51	35,36	37,89	3,64	75,37	37,48	38,63	3,73	77,28	38,65
36,42	3,39	73,04	36,62	37,15	3,53	76,05	38,90	37,89	3,67	79,05	41,16	38,63	3,77	81,05	42,42
36,42	3,43	76,47	40,05	37,15	3,57	79,61	42,46	37,89	3,71	82,76	44,87	38,63	3,80	84,85	46,22
36,42	3,46	79,93	43,51	37,15	3,60	83,21	46,06	37,89	3,74	86,50	48,61	38,63	3,84	88,69	50,06





c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMO																				
Anos		C <sub>e,n</sub>	Situação existente			ETICS com 40 mm					ETICS com 50 mm					ETICS com 60 mm				
			C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
0	2010	0,110	2,38	2,38	2,38	34,19	1,79	1,79	35,98	0,00	34,93	1,60	1,60	36,53	0,00	35,67	1,45	1,45	37,12	0,00
1	2011	0,114	2,41	4,79	4,79	34,19	1,80	3,59	37,78	0,00	34,93	1,62	3,22	38,15	0,00	35,67	1,47	2,92	38,59	0,00
2	2012	0,119	2,43	7,22	7,22	34,19	1,82	5,41	39,60	0,00	34,93	1,63	4,85	39,78	0,00	35,67	1,48	4,40	40,07	0,00
3	2013	0,124	2,45	9,67	9,67	34,19	1,84	7,25	41,44	0,00	34,93	1,65	6,50	41,43	0,00	35,67	1,49	5,89	41,56	0,00
4	2014	0,129	2,48	12,15	12,15	34,19	1,86	9,11	43,30	0,00	34,93	1,66	8,16	43,09	0,00	35,67	1,51	7,40	43,07	0,00
5	2015	0,134	2,50	14,65	14,65	34,19	1,88	10,98	45,17	0,00	34,93	1,68	9,84	44,77	0,00	35,67	1,52	8,92	44,59	0,00
6	2016	0,139	2,52	17,17	17,17	34,19	1,89	12,88	47,07	0,00	34,93	1,70	11,54	46,47	0,00	35,67	1,54	10,46	46,13	0,00
7	2017	0,145	2,55	19,72	19,72	34,19	1,91	14,79	48,98	0,00	34,93	1,71	13,25	48,18	0,00	35,67	1,55	12,02	47,69	0,00
8	2018	0,151	2,57	22,29	22,29	34,19	1,93	16,72	50,91	0,00	34,93	1,73	14,98	49,91	0,00	35,67	1,57	13,58	49,25	0,00
9	2019	0,157	2,60	24,89	24,89	34,19	1,95	18,67	52,86	0,00	34,93	1,75	16,72	51,65	0,00	35,67	1,58	15,17	50,84	0,00
10	2020	0,163	2,62	27,52	27,52	34,19	1,97	20,64	54,83	0,00	34,93	1,76	18,49	53,42	0,00	35,67	1,60	16,77	52,44	0,00
11	2021	0,169	2,65	30,17	30,17	34,19	1,99	22,62	56,81	0,00	34,93	1,78	20,27	55,20	0,00	35,67	1,61	18,38	54,05	0,00
12	2022	0,176	2,68	32,84	32,84	34,19	2,01	24,63	58,82	0,00	34,93	1,80	22,06	56,99	0,00	35,67	1,63	20,01	55,68	0,00
13	2023	0,183	2,70	35,54	35,54	34,19	2,03	26,66	60,85	0,00	34,93	1,81	23,88	58,81	0,00	35,67	1,65	21,66	57,33	0,00
14	2024	0,190	2,73	38,27	38,27	34,19	2,05	28,70	62,89	0,00	34,93	1,83	25,71	60,64	0,00	35,67	1,66	23,32	58,99	0,00
15	2025	0,198	2,75	41,02	41,02	34,19	2,07	30,77	64,96	0,00	34,93	1,85	27,56	62,49	0,00	35,67	1,68	25,00	60,67	0,00
16	2026	0,206	2,78	43,80	43,80	34,19	2,09	32,85	67,04	0,00	34,93	1,87	29,43	64,36	0,00	35,67	1,69	26,69	62,36	0,00
17	2027	0,214	2,81	46,61	46,61	34,19	2,11	34,96	69,15	0,00	34,93	1,89	31,32	66,25	0,00	35,67	1,71	28,40	64,07	0,00
18	2028	0,223	2,83	49,45	49,45	34,19	2,13	37,08	71,27	0,00	34,93	1,90	33,22	68,15	0,00	35,67	1,73	30,13	65,80	0,00
19	2029	0,232	2,86	52,31	52,31	34,19	2,15	39,23	73,42	0,00	34,93	1,92	35,14	70,07	0,00	35,67	1,74	31,88	67,55	0,00
20	2030	0,241	2,89	55,20	55,20	34,19	2,17	41,40	75,59	0,00	34,93	1,94	37,09	72,02	0,00	35,67	1,76	33,64	69,31	0,00
21	2031	0,251	2,92	58,12	58,12	34,19	2,19	43,59	77,78	0,00	34,93	1,96	39,05	73,98	0,00	35,67	1,78	35,41	71,08	0,00
22	2032	0,261	2,95	61,06	61,06	34,19	2,21	45,80	79,99	0,00	34,93	1,98	41,03	75,96	0,00	35,67	1,80	37,21	72,88	0,00
23	2033	0,271	2,98	64,04	64,04	34,19	2,23	48,03	82,22	0,00	34,93	2,00	43,03	77,96	0,00	35,67	1,81	39,02	74,69	0,00
24	2034	0,282	3,00	67,04	67,04	34,19	2,25	50,28	84,47	0,00	34,93	2,02	45,04	79,97	0,00	35,67	1,83	40,85	76,52	0,00
25	2035	0,293	3,03	70,08	70,08	34,19	2,27	52,56	86,75	0,00	34,93	2,04	47,08	82,01	0,00	35,67	1,85	42,70	78,37	0,00



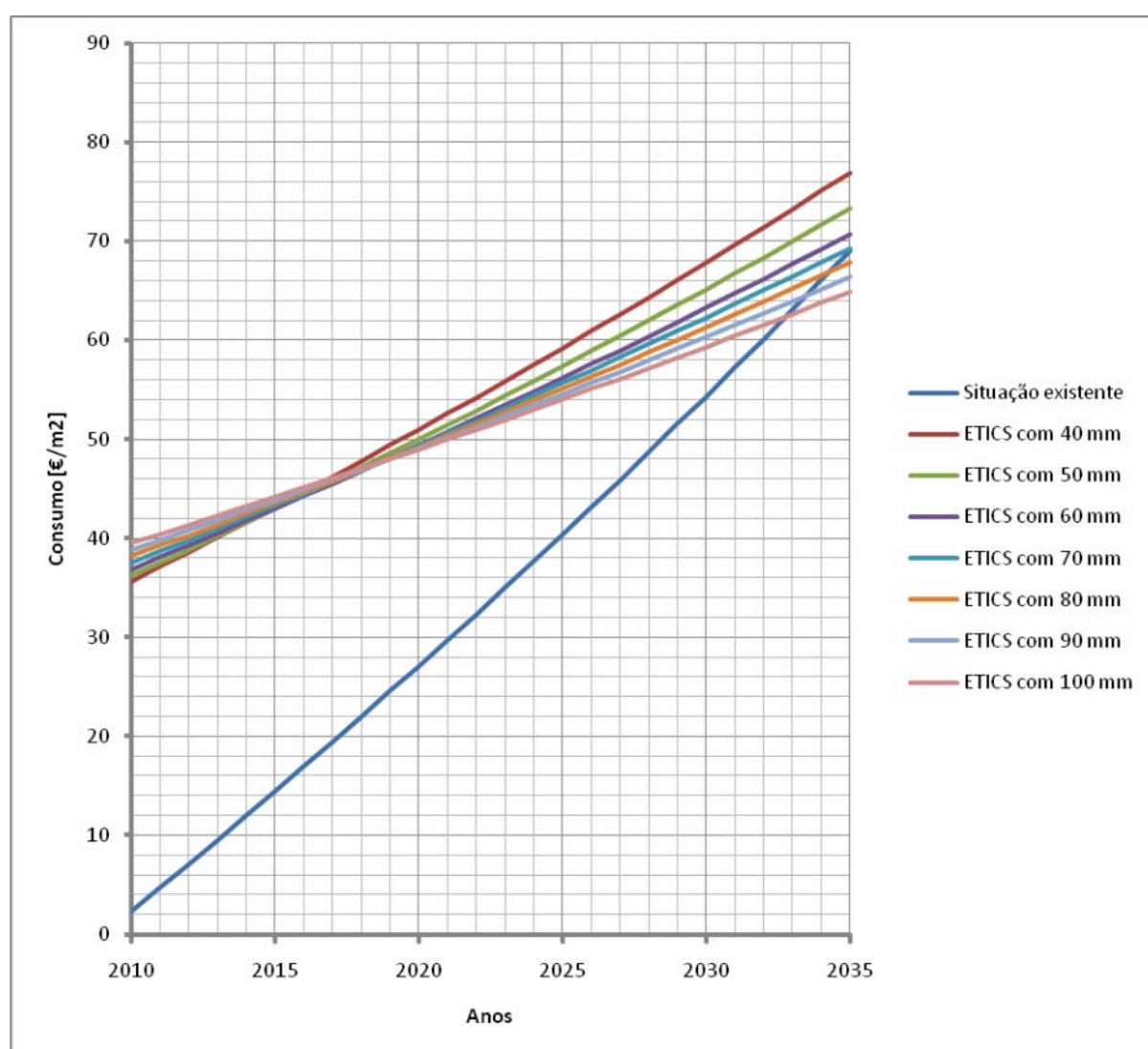
c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMO																			
ETICS com 70 mm					ETICS com 80 mm					ETICS com 90 mm					ETICS com 100 mm				
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn
36,42	1,30	1,30	37,72	0,00	37,15	1,23	1,23	38,38	0,00	37,89	1,12	1,12	39,01	0,00	38,63	1,04	1,04	39,67	0,00
36,42	1,32	2,62	39,04	0,00	37,15	1,24	2,47	39,62	0,00	37,89	1,13	2,24	40,13	0,00	38,63	1,05	2,09	40,72	0,00
36,42	1,33	3,95	40,37	0,00	37,15	1,25	3,72	40,87	0,00	37,89	1,14	3,38	41,27	0,00	38,63	1,06	3,16	41,79	0,00
36,42	1,34	5,29	41,71	0,00	37,15	1,26	4,99	42,14	0,00	37,89	1,15	4,53	42,42	0,00	38,63	1,07	4,23	42,86	0,00
36,42	1,35	6,64	43,06	0,00	37,15	1,28	6,26	43,41	0,00	37,89	1,16	5,69	43,58	0,00	38,63	1,08	5,31	43,94	0,00
36,42	1,37	8,01	44,43	0,00	37,15	1,29	7,55	44,70	0,00	37,89	1,17	6,87	44,76	0,00	38,63	1,09	6,41	45,04	0,00
36,42	1,38	9,39	45,81	0,00	37,15	1,30	8,85	46,00	0,00	37,89	1,18	8,05	45,94	0,00	38,63	1,10	7,51	46,14	0,00
36,42	1,39	10,78	47,20	0,00	37,15	1,31	10,17	47,32	0,00	37,89	1,19	9,24	47,13	0,00	38,63	1,12	8,63	47,26	0,00
36,42	1,41	12,19	48,61	0,00	37,15	1,33	11,49	48,64	0,00	37,89	1,21	10,45	48,34	0,00	38,63	1,13	9,75	48,38	0,00
36,42	1,42	13,61	50,03	0,00	37,15	1,34	12,83	49,98	0,00	37,89	1,22	11,67	49,56	0,00	38,63	1,14	10,89	49,52	0,00
36,42	1,44	15,05	51,47	0,00	37,15	1,35	14,19	51,34	0,00	37,89	1,23	12,90	50,79	0,00	38,63	1,15	12,04	50,67	0,00
36,42	1,45	16,50	52,92	0,00	37,15	1,37	15,55	52,70	0,00	37,89	1,24	14,14	52,03	0,00	38,63	1,16	13,20	51,83	0,00
36,42	1,46	17,96	54,38	0,00	37,15	1,38	16,93	54,08	0,00	37,89	1,25	15,39	53,28	0,00	38,63	1,17	14,37	53,00	0,00
36,42	1,48	19,44	55,86	0,00	37,15	1,39	18,33	55,48	0,00	37,89	1,27	16,66	54,55	0,00	38,63	1,18	15,55	54,18	0,00
36,42	1,49	20,93	57,35	0,00	37,15	1,41	19,73	56,88	0,00	37,89	1,28	17,94	55,83	0,00	38,63	1,19	16,74	55,37	0,00
36,42	1,51	22,43	58,85	0,00	37,15	1,42	21,15	58,30	0,00	37,89	1,29	19,23	57,12	0,00	38,63	1,20	17,95	56,58	0,00
36,42	1,52	23,95	60,37	0,00	37,15	1,43	22,59	59,74	0,00	37,89	1,30	20,53	58,42	0,00	38,63	1,22	19,16	57,79	0,00
36,42	1,54	25,49	61,91	0,00	37,15	1,45	24,03	61,18	0,00	37,89	1,32	21,85	59,74	0,00	38,63	1,23	20,39	59,02	0,00
36,42	1,55	27,04	63,46	0,00	37,15	1,46	25,50	62,65	0,00	37,89	1,33	23,18	61,07	0,00	38,63	1,24	21,63	60,26	0,00
36,42	1,57	28,61	65,03	0,00	37,15	1,48	26,97	64,12	0,00	37,89	1,34	24,52	62,41	0,00	38,63	1,25	22,88	61,51	0,00
36,42	1,58	30,19	66,61	0,00	37,15	1,49	28,46	65,61	0,00	37,89	1,35	25,87	63,76	0,00	38,63	1,26	24,15	62,78	0,00
36,42	1,60	31,78	68,20	0,00	37,15	1,50	29,97	67,12	0,00	37,89	1,37	27,24	65,13	0,00	38,63	1,28	25,43	64,06	0,00
36,42	1,61	33,39	69,81	0,00	37,15	1,52	31,49	68,64	0,00	37,89	1,38	28,62	66,51	0,00	38,63	1,29	26,72	65,35	0,00
36,42	1,63	35,02	71,44	0,00	37,15	1,53	33,02	70,17	0,00	37,89	1,39	30,02	67,91	0,00	38,63	1,30	28,02	66,65	0,00
36,42	1,64	36,66	73,08	0,00	37,15	1,55	34,57	71,72	0,00	37,89	1,41	31,43	69,32	0,00	38,63	1,31	29,33	67,96	0,00
36,42	1,66	38,32	74,74	0,00	37,15	1,56	36,13	73,28	0,00	37,89	1,42	32,85	70,74	0,00	38,63	1,33	30,66	69,29	0,79



c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA													
Anos	C <sub>e,n</sub>	40 mm				50 mm				60 mm			
		Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
0 2010	0,110	34,19	0,60	0,60	0,00	34,93	0,78	0,78	0,00	35,67	0,93	0,93	0,00
1 2011	0,114	34,19	0,60	1,20	0,00	34,93	0,79	1,57	0,00	35,67	0,94	1,87	0,00
2 2012	0,119	34,19	0,61	1,80	0,00	34,93	0,80	2,37	0,00	35,67	0,95	2,82	0,00
3 2013	0,124	34,19	0,61	2,42	0,00	34,93	0,80	3,17	0,00	35,67	0,96	3,78	0,00
4 2014	0,129	34,19	0,62	3,04	0,00	34,93	0,81	3,99	0,00	35,67	0,97	4,74	0,00
5 2015	0,134	34,19	0,63	3,66	0,00	34,93	0,82	4,81	0,00	35,67	0,98	5,72	0,00
6 2016	0,139	34,19	0,63	4,29	0,00	34,93	0,83	5,63	0,00	35,67	0,99	6,71	0,00
7 2017	0,145	34,19	0,64	4,93	0,00	34,93	0,84	6,47	0,00	35,67	1,00	7,70	0,00
8 2018	0,151	34,19	0,64	5,57	0,00	34,93	0,84	7,31	0,00	35,67	1,01	8,71	0,00
9 2019	0,157	34,19	0,65	6,22	0,00	34,93	0,85	8,17	0,00	35,67	1,02	9,72	0,00
10 2020	0,163	34,19	0,66	6,88	0,00	34,93	0,86	9,03	0,00	35,67	1,03	10,75	0,00
11 2021	0,169	34,19	0,66	7,54	0,00	34,93	0,87	9,90	0,00	35,67	1,03	11,78	0,00
12 2022	0,176	34,19	0,67	8,21	0,00	34,93	0,88	10,78	0,00	35,67	1,05	12,83	0,00
13 2023	0,183	34,19	0,68	8,89	0,00	34,93	0,89	11,66	0,00	35,67	1,06	13,88	0,00
14 2024	0,190	34,19	0,68	9,57	0,00	34,93	0,89	12,56	0,00	35,67	1,07	14,95	0,00
15 2025	0,198	34,19	0,69	10,26	0,00	34,93	0,90	13,46	0,00	35,67	1,08	16,02	0,00
16 2026	0,206	34,19	0,70	10,95	0,00	34,93	0,91	14,37	0,00	35,67	1,09	17,11	0,00
17 2027	0,214	34,19	0,70	11,65	0,00	34,93	0,92	15,29	0,00	35,67	1,10	18,21	0,00
18 2028	0,223	34,19	0,71	12,36	0,00	34,93	0,93	16,22	0,00	35,67	1,11	19,31	0,00
19 2029	0,232	34,19	0,72	13,08	0,00	34,93	0,94	17,16	0,00	35,67	1,12	20,43	0,00
20 2030	0,241	34,19	0,72	13,80	0,00	34,93	0,95	18,11	0,00	35,67	1,13	21,56	0,00
21 2031	0,251	34,19	0,73	14,53	0,00	34,93	0,96	19,07	0,00	35,67	1,14	22,70	0,00
22 2032	0,261	34,19	0,74	15,27	0,00	34,93	0,97	20,04	0,00	35,67	1,15	23,85	0,00
23 2033	0,271	34,19	0,74	16,01	0,00	34,93	0,98	21,01	0,00	35,67	1,16	25,01	0,00
24 2034	0,282	34,19	0,75	16,76	0,00	34,93	0,99	22,00	0,00	35,67	1,17	26,19	0,00
25 2035	0,293	34,19	0,76	17,52	0,00	34,93	1,00	22,99	0,00	35,67	1,18	27,37	0,00



c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA															
70 mm				80 mm				90 mm				100 mm			
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
36,42	1,08	1,08	0,00	37,15	1,15	1,15	0,00	37,89	1,27	1,27	0,00	38,63	1,34	1,34	0,00
36,42	1,09	2,17	0,00	37,15	1,17	2,32	0,00	37,89	1,28	2,54	0,00	38,63	1,35	2,69	0,00
36,42	1,10	3,27	0,00	37,15	1,18	3,50	0,00	37,89	1,29	3,83	0,00	38,63	1,37	4,06	0,00
36,42	1,11	4,38	0,00	37,15	1,19	4,68	0,00	37,89	1,30	5,14	0,00	38,63	1,38	5,44	0,00
36,42	1,12	5,50	0,00	37,15	1,20	5,88	0,00	37,89	1,32	6,45	0,00	38,63	1,39	6,83	0,00
36,42	1,13	6,64	0,00	37,15	1,21	7,09	0,00	37,89	1,33	7,78	0,00	38,63	1,41	8,24	0,00
36,42	1,14	7,78	0,00	37,15	1,22	8,32	0,00	37,89	1,34	9,12	0,00	38,63	1,42	9,66	0,00
36,42	1,16	8,94	0,00	37,15	1,23	9,55	0,00	37,89	1,35	10,48	0,00	38,63	1,43	11,09	0,00
36,42	1,17	10,10	0,00	37,15	1,25	10,80	0,00	37,89	1,37	11,84	0,00	38,63	1,45	12,54	0,00
36,42	1,18	11,28	0,00	37,15	1,26	12,06	0,00	37,89	1,38	13,22	0,00	38,63	1,46	14,00	0,00
36,42	1,19	12,47	0,00	37,15	1,27	13,33	0,00	37,89	1,39	14,62	0,00	38,63	1,48	15,48	0,00
36,42	1,20	13,67	0,00	37,15	1,28	14,61	0,00	37,89	1,41	16,03	0,00	38,63	1,49	16,97	0,00
36,42	1,21	14,88	0,00	37,15	1,30	15,91	0,00	37,89	1,42	17,45	0,00	38,63	1,50	18,47	0,00
36,42	1,22	16,10	0,00	37,15	1,31	17,22	0,00	37,89	1,43	18,88	0,00	38,63	1,52	19,99	0,00
36,42	1,24	17,34	0,00	37,15	1,32	18,54	0,00	37,89	1,45	20,33	0,00	38,63	1,53	21,53	0,00
36,42	1,25	18,59	0,00	37,15	1,33	19,87	0,00	37,89	1,46	21,79	0,00	38,63	1,55	23,08	0,00
36,42	1,26	19,85	0,00	37,15	1,35	21,22	0,00	37,89	1,48	23,27	0,00	38,63	1,56	24,64	0,00
36,42	1,27	21,12	0,00	37,15	1,36	22,58	0,00	37,89	1,49	24,76	0,00	38,63	1,58	26,22	0,00
36,42	1,28	22,41	0,00	37,15	1,37	23,95	0,00	37,89	1,51	26,27	0,00	38,63	1,59	27,81	0,00
36,42	1,30	23,70	0,00	37,15	1,39	25,34	0,00	37,89	1,52	27,79	0,00	38,63	1,61	29,42	0,00
36,42	1,31	25,01	0,00	37,15	1,40	26,74	0,00	37,89	1,54	29,32	0,00	38,63	1,63	31,05	0,00
36,42	1,32	26,33	0,00	37,15	1,41	28,15	0,00	37,89	1,55	30,87	0,00	38,63	1,64	32,69	0,00
36,42	1,34	27,67	0,00	37,15	1,43	29,58	0,00	37,89	1,57	32,44	0,00	38,63	1,66	34,35	0,00
36,42	1,35	29,02	0,00	37,15	1,44	31,02	0,00	37,89	1,58	34,02	0,00	38,63	1,67	36,02	0,00
36,42	1,36	30,38	0,00	37,15	1,46	32,47	0,00	37,89	1,60	35,62	0,00	38,63	1,69	37,71	0,00
36,42	1,37	31,75	0,00	37,15	1,47	33,94	0,00	37,89	1,61	37,23	0,00	38,63	1,71	39,42	0,79







3 – Unidades de Lisboa; zona climática de Inverno: II; GD=1190 [°C\*dias].

a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - CONSUMOS																				
Anos		C <sub>e,n</sub>	Situação existente			ETICS com 40 mm					ETICS com 50 mm					ETICS com 60 mm				
			C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Reorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Reorn
0	2010	0,110	6,03	6,03	6,03	34,19	2,07	2,07	36,26	0,00	34,93	1,76	1,76	36,69	0,00	35,67	1,54	1,54	37,21	0,00
1	2011	0,114	6,09	12,12	12,12	34,19	2,09	4,17	38,36	0,00	34,93	1,78	3,54	38,47	0,00	35,67	1,55	3,09	38,76	0,00
2	2012	0,119	6,15	18,27	18,27	34,19	2,11	6,28	40,47	0,00	34,93	1,79	5,33	40,26	0,00	35,67	1,57	4,66	40,33	0,00
3	2013	0,124	6,21	24,48	24,48	34,19	2,13	8,42	42,61	0,00	34,93	1,81	7,14	42,07	0,00	35,67	1,58	6,25	41,92	0,00
4	2014	0,129	6,27	30,75	30,75	34,19	2,16	10,57	44,76	0,00	34,93	1,83	8,97	43,90	0,00	35,67	1,60	7,85	43,52	0,00
5	2015	0,134	6,33	37,08	37,08	34,19	2,18	12,75	46,94	0,00	34,93	1,85	10,82	45,75	0,00	35,67	1,62	9,46	45,13	0,00
6	2016	0,139	6,39	43,47	43,47	34,19	2,20	14,94	49,13	0,00	34,93	1,86	12,68	47,61	0,00	35,67	1,63	11,09	46,76	0,00
7	2017	0,145	6,45	49,93	49,93	34,19	2,22	17,16	51,35	0,00	34,93	1,88	14,56	49,49	0,43	35,67	1,65	12,74	48,41	1,52
8	2018	0,151	6,52	56,44	56,44	34,19	2,24	19,40	53,59	2,85	34,93	1,90	16,46	51,39	5,05	35,67	1,66	14,40	50,07	6,37
9	2019	0,157	6,58	63,02	63,02	34,19	2,26	21,66	55,85	7,17	34,93	1,92	18,38	53,31	9,71	35,67	1,68	16,08	51,75	11,27
10	2020	0,163	6,64	69,67	69,67	34,19	2,28	23,95	58,14	11,53	34,93	1,94	20,32	55,25	14,42	35,67	1,70	17,78	53,45	16,22
11	2021	0,169	6,71	76,38	76,38	34,19	2,31	26,25	60,44	15,93	34,93	1,96	22,28	57,21	19,17	35,67	1,71	19,49	55,16	21,21
12	2022	0,176	6,77	83,15	83,15	34,19	2,33	28,58	62,77	20,38	34,93	1,98	24,25	59,18	23,97	35,67	1,73	21,22	56,89	26,26
13	2023	0,183	6,84	89,99	89,99	34,19	2,35	30,93	65,12	24,86	34,93	1,99	26,25	61,18	28,81	35,67	1,75	22,97	58,64	31,35
14	2024	0,190	6,91	96,89	96,89	34,19	2,37	33,31	67,50	29,40	34,93	2,01	28,26	63,19	33,70	35,67	1,76	24,73	60,40	36,50
15	2025	0,198	6,97	103,87	103,87	34,19	2,40	35,70	69,89	33,97	34,93	2,03	30,29	65,22	38,64	35,67	1,78	26,51	62,18	41,69
16	2026	0,206	7,04	110,91	110,91	34,19	2,42	38,12	72,31	38,59	34,93	2,05	32,35	67,28	43,63	35,67	1,80	28,30	63,97	46,93
17	2027	0,214	7,11	118,01	118,01	34,19	2,44	40,57	74,76	43,26	34,93	2,07	34,42	69,35	48,66	35,67	1,81	30,12	65,79	52,23
18	2028	0,223	7,18	125,19	125,19	34,19	2,47	43,03	77,22	47,97	34,93	2,09	36,51	71,44	53,75	35,67	1,83	31,95	67,62	57,57
19	2029	0,232	7,25	132,44	132,44	34,19	2,49	45,53	79,72	52,72	34,93	2,11	38,63	73,56	58,88	35,67	1,85	33,80	69,47	62,97
20	2030	0,241	7,32	139,76	139,76	34,19	2,52	48,04	82,23	57,53	34,93	2,13	40,76	75,69	64,07	35,67	1,87	35,67	71,34	68,42
21	2031	0,251	7,39	147,15	147,15	34,19	2,54	50,58	84,77	62,37	34,93	2,16	42,92	77,85	69,30	35,67	1,89	37,55	73,22	73,92
22	2032	0,261	7,46	154,61	154,61	34,19	2,56	53,15	87,34	67,27	34,93	2,18	45,09	80,02	74,58	35,67	1,90	39,46	75,13	79,48
23	2033	0,271	7,53	162,14	162,14	34,19	2,59	55,74	89,93	72,21	34,93	2,20	47,29	82,22	79,92	35,67	1,92	41,38	77,05	85,09
24	2034	0,282	7,61	169,75	169,75	34,19	2,61	58,35	92,54	77,21	34,93	2,22	49,51	84,44	85,31	35,67	1,94	43,32	78,99	90,76
25	2035	0,293	7,68	177,43	177,43	34,19	2,64	60,99	95,18	82,25	34,93	2,24	51,75	86,68	90,75	35,67	1,96	45,28	80,95	96,48



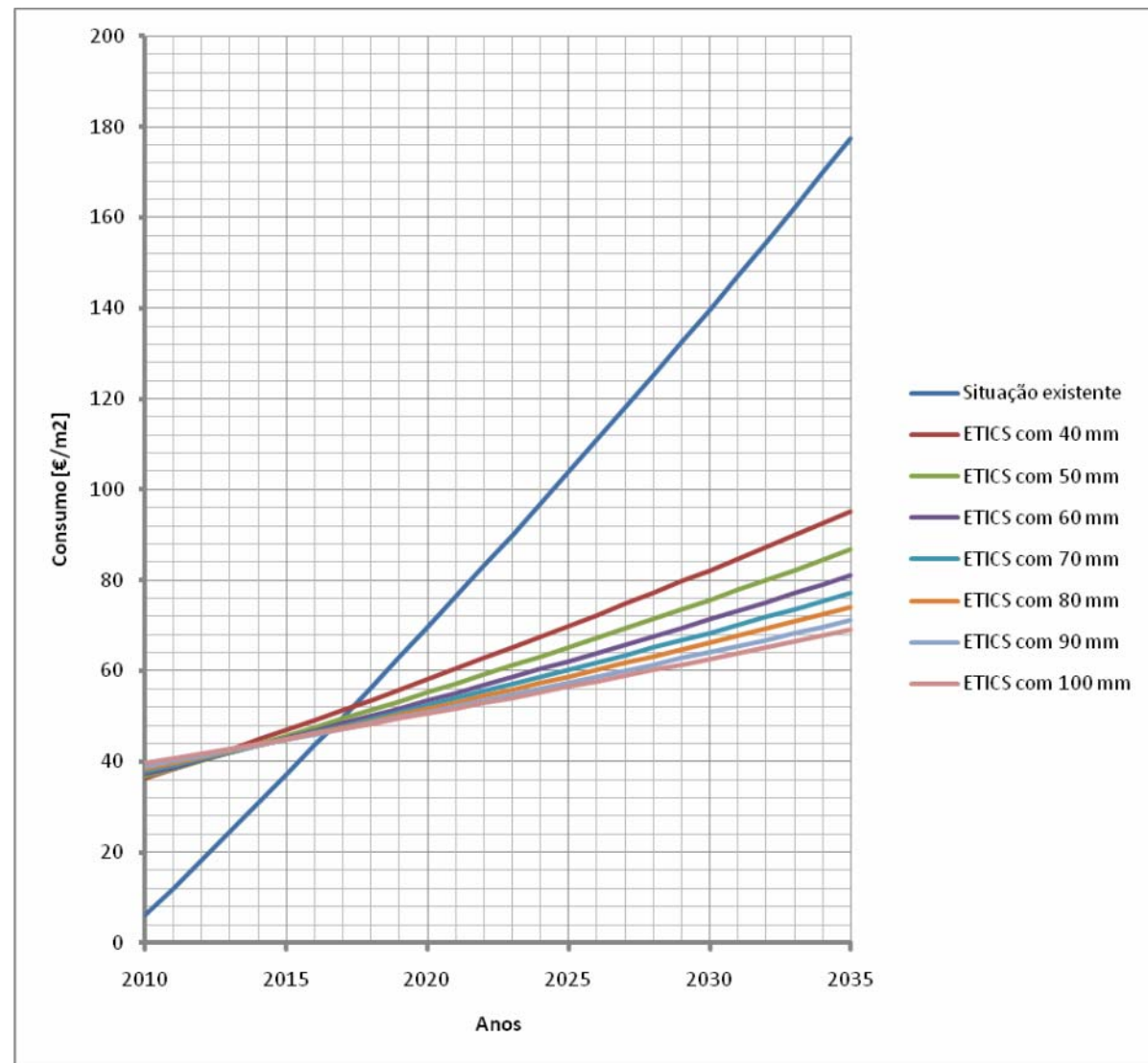
a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - CONSUMOS																			
ETICS com 70 mm					ETICS com 80 mm					ETICS com 90 mm					ETICS com 100 mm				
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retorn
36,42	1,38	1,38	37,80	0,00	37,15	1,26	1,26	38,41	0,00	37,89	1,13	1,13	39,02	0,00	38,63	1,04	1,04	39,67	0,00
36,42	1,40	2,78	39,20	0,00	37,15	1,27	2,53	39,68	0,00	37,89	1,14	2,27	40,16	0,00	38,63	1,05	2,08	40,71	0,00
36,42	1,41	4,19	40,61	0,00	37,15	1,28	3,81	40,96	0,00	37,89	1,15	3,43	41,32	0,00	38,63	1,06	3,14	41,77	0,00
36,42	1,42	5,61	42,03	0,00	37,15	1,29	5,10	42,25	0,00	37,89	1,16	4,59	42,48	0,00	38,63	1,07	4,21	42,84	0,00
36,42	1,44	7,05	43,47	0,00	37,15	1,31	6,41	43,56	0,00	37,89	1,18	5,77	43,66	0,00	38,63	1,08	5,29	43,92	0,00
36,42	1,45	8,50	44,92	0,00	37,15	1,32	7,73	44,88	0,00	37,89	1,19	6,95	44,84	0,00	38,63	1,09	6,37	45,00	0,00
36,42	1,46	9,96	46,38	0,00	37,15	1,33	9,06	46,21	0,00	37,89	1,20	8,15	46,04	0,00	38,63	1,10	7,47	46,10	0,00
36,42	1,48	11,44	47,86	2,07	37,15	1,34	10,40	47,55	2,38	37,89	1,21	9,36	47,25	2,68	38,63	1,11	8,58	47,21	2,72
36,42	1,49	12,93	49,35	7,09	37,15	1,36	11,76	48,91	7,53	37,89	1,22	10,58	48,47	7,97	38,63	1,12	9,70	48,33	8,11
36,42	1,51	14,44	50,86	12,16	37,15	1,37	13,13	50,28	12,74	37,89	1,23	11,82	49,71	13,32	38,63	1,13	10,83	49,46	13,56
36,42	1,52	15,97	52,39	17,28	37,15	1,38	14,51	51,66	18,00	37,89	1,25	13,06	50,95	18,71	38,63	1,14	11,97	50,60	19,06
36,42	1,54	17,50	53,92	22,45	37,15	1,40	15,91	53,06	23,31	37,89	1,26	14,32	52,21	24,17	38,63	1,15	13,13	51,76	24,62
36,42	1,55	19,05	55,47	27,67	37,15	1,41	17,32	54,47	28,68	37,89	1,27	15,59	53,48	29,67	38,63	1,16	14,29	52,92	30,23
36,42	1,57	20,62	57,04	32,95	37,15	1,42	18,75	55,90	34,09	37,89	1,28	16,87	54,76	35,23	38,63	1,18	15,47	54,10	35,89
36,42	1,58	22,20	58,62	38,27	37,15	1,44	20,19	57,34	39,56	37,89	1,29	18,17	56,06	40,84	38,63	1,19	16,65	55,28	41,61
36,42	1,60	23,80	60,22	43,64	37,15	1,45	21,64	58,79	45,08	37,89	1,31	19,47	57,36	46,50	38,63	1,20	17,85	56,48	47,38
36,42	1,61	25,42	61,84	49,07	37,15	1,47	23,11	60,26	50,65	37,89	1,32	20,79	58,68	52,22	38,63	1,21	19,06	57,69	53,21
36,42	1,63	27,05	63,47	54,55	37,15	1,48	24,59	61,74	56,28	37,89	1,33	22,13	60,02	58,00	38,63	1,22	20,28	58,91	59,10
36,42	1,64	28,69	65,11	60,08	37,15	1,50	26,08	63,23	61,96	37,89	1,35	23,47	61,36	63,83	38,63	1,23	21,52	60,15	65,05
36,42	1,66	30,35	66,77	65,67	37,15	1,51	27,59	64,74	67,70	37,89	1,36	24,83	62,72	69,72	38,63	1,25	22,76	61,39	71,05
36,42	1,68	32,03	68,45	71,31	37,15	1,52	29,12	66,27	73,49	37,89	1,37	26,20	64,09	75,66	38,63	1,26	24,02	62,65	77,11
36,42	1,69	33,72	70,14	77,01	37,15	1,54	30,66	67,81	79,34	37,89	1,39	27,59	65,48	81,67	38,63	1,27	25,29	63,92	83,23
36,42	1,71	35,43	71,85	82,76	37,15	1,55	32,21	69,36	85,25	37,89	1,40	28,99	66,88	87,73	38,63	1,28	26,57	65,20	89,40
36,42	1,73	37,16	73,58	88,56	37,15	1,57	33,78	70,93	91,21	37,89	1,41	30,40	68,29	93,85	38,63	1,29	27,87	66,50	95,64
36,42	1,74	38,90	75,32	94,43	37,15	1,58	35,36	72,51	97,23	37,89	1,43	31,83	69,72	100,03	38,63	1,31	29,18	67,81	101,94
36,42	1,76	40,66	77,08	100,35	37,15	1,60	36,96	74,11	103,31	37,89	1,44	33,27	71,16	106,27	38,63	1,32	30,50	69,13	108,30



a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - POUPANÇA														
Anos		C <sub>e,n</sub>	40 mm				50 mm				60 mm			
			Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
0	2010	0,110	34,19	3,96	3,96	0,00	34,93	4,27	4,27	0,00	35,67	4,49	4,49	0,00
1	2011	0,114	34,19	4,00	7,96	0,00	34,93	4,31	8,59	0,00	35,67	4,54	9,03	0,00
2	2012	0,119	34,19	4,04	11,99	0,00	34,93	4,36	12,94	0,00	35,67	4,58	13,61	0,00
3	2013	0,124	34,19	4,07	16,07	0,00	34,93	4,40	17,34	0,00	35,67	4,62	18,23	0,00
4	2014	0,129	34,19	4,11	20,18	0,00	34,93	4,44	21,78	0,00	35,67	4,67	22,90	0,00
5	2015	0,134	34,19	4,15	24,33	0,00	34,93	4,48	26,27	0,00	35,67	4,71	27,62	0,00
6	2016	0,139	34,19	4,19	28,53	0,00	34,93	4,53	30,79	0,00	35,67	4,76	32,38	0,00
7	2017	0,145	34,19	4,24	32,76	0,00	34,93	4,57	35,36	0,43	35,67	4,81	37,19	1,52
8	2018	0,151	34,19	4,28	37,04	2,85	34,93	4,62	39,98	5,05	35,67	4,85	42,04	6,37
9	2019	0,157	34,19	4,32	41,36	7,17	34,93	4,66	44,64	9,71	35,67	4,90	46,94	11,27
10	2020	0,163	34,19	4,36	45,72	11,53	34,93	4,71	49,35	14,42	35,67	4,95	51,89	16,22
11	2021	0,169	34,19	4,40	50,12	15,93	34,93	4,75	54,10	19,17	35,67	5,00	56,88	21,21
12	2022	0,176	34,19	4,45	54,57	20,38	34,93	4,80	58,90	23,97	35,67	5,04	61,93	26,26
13	2023	0,183	34,19	4,49	59,05	24,86	34,93	4,84	63,74	28,81	35,67	5,09	67,02	31,35
14	2024	0,190	34,19	4,53	63,59	29,40	34,93	4,89	68,63	33,70	35,67	5,14	72,17	36,50
15	2025	0,198	34,19	4,58	68,16	33,97	34,93	4,94	73,57	38,64	35,67	5,19	77,36	41,69
16	2026	0,206	34,19	4,62	72,78	38,59	34,93	4,99	78,56	43,63	35,67	5,24	82,60	46,93
17	2027	0,214	34,19	4,67	77,45	43,26	34,93	5,04	83,59	48,66	35,67	5,29	87,90	52,23
18	2028	0,223	34,19	4,71	82,16	47,97	34,93	5,08	88,68	53,75	35,67	5,35	93,24	57,57
19	2029	0,232	34,19	4,76	86,91	52,72	34,93	5,13	93,81	58,88	35,67	5,40	98,64	62,97
20	2030	0,241	34,19	4,80	91,72	57,53	34,93	5,18	99,00	64,07	35,67	5,45	104,09	68,42
21	2031	0,251	34,19	4,85	96,56	62,37	34,93	5,23	104,23	69,30	35,67	5,50	109,59	73,92
22	2032	0,261	34,19	4,90	101,46	67,27	34,93	5,28	109,51	74,58	35,67	5,56	115,15	79,48
23	2033	0,271	34,19	4,94	106,40	72,21	34,93	5,34	114,85	79,92	35,67	5,61	120,76	85,09
24	2034	0,282	34,19	4,99	111,40	77,21	34,93	5,39	120,24	85,31	35,67	5,66	126,43	90,76
25	2035	0,293	34,19	5,04	116,44	82,25	34,93	5,44	125,68	90,75	35,67	5,72	132,15	96,48



a) - PAREDE DE ALVENARIA ORDINÁRIA - 50 cm de espessura - POUPANÇA															
70 mm				80 mm				90 mm				100 mm			
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
36,42	4,65	4,65	0,00	37,15	4,78	4,78	0,00	37,89	4,90	4,90	0,00	38,63	5,00	5,00	0,00
36,42	4,69	9,34	0,00	37,15	4,82	9,60	0,00	37,89	4,95	9,85	0,00	38,63	5,04	10,04	0,00
36,42	4,74	14,08	0,00	37,15	4,87	14,47	0,00	37,89	5,00	14,85	0,00	38,63	5,09	15,13	0,00
36,42	4,79	18,87	0,00	37,15	4,92	19,38	0,00	37,89	5,05	19,89	0,00	38,63	5,14	20,27	0,00
36,42	4,83	23,70	0,00	37,15	4,96	24,34	0,00	37,89	5,09	24,98	0,00	38,63	5,19	25,47	0,00
36,42	4,88	28,58	0,00	37,15	5,01	29,36	0,00	37,89	5,14	30,13	0,00	38,63	5,24	30,71	0,00
36,42	4,93	33,51	0,00	37,15	5,06	34,42	0,00	37,89	5,19	35,32	0,00	38,63	5,29	36,00	0,00
36,42	4,97	38,49	2,07	37,15	5,11	39,53	2,38	37,89	5,24	40,57	2,68	38,63	5,34	41,35	2,72
36,42	5,02	43,51	7,09	37,15	5,16	44,68	7,53	37,89	5,29	45,86	7,97	38,63	5,40	46,74	8,11
36,42	5,07	48,58	12,16	37,15	5,21	49,89	12,74	37,89	5,35	51,21	13,32	38,63	5,45	52,19	13,56
36,42	5,12	53,70	17,28	37,15	5,26	55,15	18,00	37,89	5,40	56,60	18,71	38,63	5,50	57,69	19,06
36,42	5,17	58,87	22,45	37,15	5,31	60,46	23,31	37,89	5,45	62,06	24,17	38,63	5,56	63,25	24,62
36,42	5,22	64,09	27,67	37,15	5,36	65,83	28,68	37,89	5,50	67,56	29,67	38,63	5,61	68,86	30,23
36,42	5,27	69,37	32,95	37,15	5,41	71,24	34,09	37,89	5,56	73,12	35,23	38,63	5,66	74,52	35,89
36,42	5,32	74,69	38,27	37,15	5,47	76,71	39,56	37,89	5,61	78,73	40,84	38,63	5,72	80,24	41,61
36,42	5,37	80,06	43,64	37,15	5,52	82,23	45,08	37,89	5,67	84,39	46,50	38,63	5,77	86,01	47,38
36,42	5,43	85,49	49,07	37,15	5,57	87,80	50,65	37,89	5,72	90,11	52,22	38,63	5,83	91,84	53,21
36,42	5,48	90,97	54,55	37,15	5,63	93,43	56,28	37,89	5,78	95,89	58,00	38,63	5,89	97,73	59,10
36,42	5,53	96,50	60,08	37,15	5,68	99,11	61,96	37,89	5,83	101,72	63,83	38,63	5,94	103,68	65,05
36,42	5,59	102,09	65,67	37,15	5,74	104,85	67,70	37,89	5,89	107,61	69,72	38,63	6,00	109,68	71,05
36,42	5,64	107,73	71,31	37,15	5,79	110,64	73,49	37,89	5,95	113,55	75,66	38,63	6,06	115,74	77,11
36,42	5,70	113,43	77,01	37,15	5,85	116,49	79,34	37,89	6,00	119,56	81,67	38,63	6,12	121,86	83,23
36,42	5,75	119,18	82,76	37,15	5,91	122,40	85,25	37,89	6,06	125,62	87,73	38,63	6,18	128,03	89,40
36,42	5,81	124,98	88,56	37,15	5,96	128,36	91,21	37,89	6,12	131,74	93,85	38,63	6,24	134,27	95,64
36,42	5,86	130,85	94,43	37,15	6,02	134,38	97,23	37,89	6,18	137,92	100,03	38,63	6,30	140,57	101,94
36,42	5,92	136,77	100,35	37,15	6,08	140,46	103,31	37,89	6,24	144,16	106,27	38,63	6,36	146,93	108,30





b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMOS																				
Anos		C <sub>e,n</sub>	Situação existente			ETICS com 40 mm					ETICS com 50 mm					ETICS com 60 mm				
			C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
0	2010	0,110	3,30	3,30	3,30	34,19	1,60	1,60	35,79	0,00	34,93	1,41	1,41	36,34	0,00	35,67	1,29	1,29	36,96	0,00
1	2011	0,114	3,33	6,63	6,63	34,19	1,62	3,22	37,41	0,00	34,93	1,43	2,84	37,77	0,00	35,67	1,30	2,59	38,26	0,00
2	2012	0,119	3,36	9,99	9,99	34,19	1,63	4,85	39,04	0,00	34,93	1,44	4,28	39,21	0,00	35,67	1,31	3,90	39,57	0,00
3	2013	0,124	3,40	13,39	13,39	34,19	1,65	6,50	40,69	0,00	34,93	1,46	5,74	40,67	0,00	35,67	1,33	5,23	40,90	0,00
4	2014	0,129	3,43	16,82	16,82	34,19	1,67	8,17	42,36	0,00	34,93	1,47	7,21	42,14	0,00	35,67	1,34	6,57	42,24	0,00
5	2015	0,134	3,46	20,28	20,28	34,19	1,68	9,85	44,04	0,00	34,93	1,48	8,69	43,62	0,00	35,67	1,35	7,92	43,59	0,00
6	2016	0,139	3,50	23,77	23,77	34,19	1,70	11,55	45,74	0,00	34,93	1,50	10,19	45,12	0,00	35,67	1,36	9,28	44,95	0,00
7	2017	0,145	3,53	27,30	27,30	34,19	1,71	13,26	47,45	0,00	34,93	1,51	11,70	46,63	0,00	35,67	1,38	10,66	46,33	0,00
8	2018	0,151	3,56	30,87	30,87	34,19	1,73	14,99	49,18	0,00	34,93	1,53	13,23	48,16	0,00	35,67	1,39	12,05	47,72	0,00
9	2019	0,157	3,60	34,47	34,47	34,19	1,75	16,74	50,93	0,00	34,93	1,54	14,77	49,70	0,00	35,67	1,41	13,46	49,13	0,00
10	2020	0,163	3,63	38,10	38,10	34,19	1,76	18,51	52,70	0,00	34,93	1,56	16,33	51,26	0,00	35,67	1,42	14,88	50,55	0,00
11	2021	0,169	3,67	41,77	41,77	34,19	1,78	20,29	54,48	0,00	34,93	1,57	17,90	52,83	0,00	35,67	1,43	16,31	51,98	0,00
12	2022	0,176	3,70	45,47	45,47	34,19	1,80	22,09	56,28	0,00	34,93	1,59	19,49	54,42	0,00	35,67	1,45	17,76	53,43	0,00
13	2023	0,183	3,74	49,21	49,21	34,19	1,82	23,90	58,09	0,00	34,93	1,60	21,09	56,02	0,00	35,67	1,46	19,22	54,89	0,00
14	2024	0,190	3,78	52,99	52,99	34,19	1,83	25,74	59,93	0,00	34,93	1,62	22,71	57,64	0,00	35,67	1,47	20,69	56,36	0,00
15	2025	0,198	3,81	56,80	56,80	34,19	1,85	27,59	61,78	0,00	34,93	1,63	24,34	59,27	0,00	35,67	1,49	22,18	57,85	0,00
16	2026	0,206	3,85	60,65	60,65	34,19	1,87	29,46	63,65	0,00	34,93	1,65	25,99	60,92	0,00	35,67	1,50	23,68	59,35	1,30
17	2027	0,214	3,89	64,54	64,54	34,19	1,89	31,35	65,54	0,00	34,93	1,67	27,66	62,59	1,95	35,67	1,52	25,20	60,87	3,67
18	2028	0,223	3,93	68,46	68,46	34,19	1,91	33,25	67,44	1,02	34,93	1,68	29,34	64,27	4,19	35,67	1,53	26,73	62,40	6,06
19	2029	0,232	3,96	72,43	72,43	34,19	1,93	35,18	69,37	3,06	34,93	1,70	31,04	65,97	6,46	35,67	1,55	28,28	63,95	8,48
20	2030	0,241	4,00	76,43	76,43	34,19	1,94	37,12	71,31	5,12	34,93	1,72	32,76	67,69	8,74	35,67	1,56	29,84	65,51	10,92
21	2031	0,251	4,04	80,47	80,47	34,19	1,96	39,09	73,28	7,19	34,93	1,73	34,49	69,42	11,05	35,67	1,58	31,42	67,09	13,38
22	2032	0,261	4,08	84,55	84,55	34,19	1,98	41,07	75,26	9,29	34,93	1,75	36,24	71,17	13,38	35,67	1,59	33,02	68,69	15,87
23	2033	0,271	4,12	88,67	88,67	34,19	2,00	43,07	77,26	11,41	34,93	1,77	38,00	72,93	15,74	35,67	1,61	34,62	70,29	18,38
24	2034	0,282	4,16	92,83	92,83	34,19	2,02	45,09	79,28	13,55	34,93	1,78	39,78	74,71	18,12	35,67	1,62	36,25	71,92	20,91
25	2035	0,293	4,20	97,03	97,03	34,19	2,04	47,13	81,32	15,71	34,93	1,80	41,58	76,51	20,52	35,67	1,64	37,89	73,56	23,47



b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMOS																			
ETICS com 70 mm					ETICS com 80 mm					ETICS com 90 mm					ETICS com 100 mm				
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
36,42	1,16	1,16	37,58	0,00	37,15	1,07	1,07	38,22	0,00	37,89	0,97	0,97	38,86	0,00	38,63	0,91	0,91	39,54	0,00
36,42	1,17	2,34	38,76	0,00	37,15	1,08	2,15	39,30	0,00	37,89	0,98	1,96	39,85	0,00	38,63	0,92	1,83	40,46	0,00
36,42	1,19	3,52	39,94	0,00	37,15	1,09	3,24	40,39	0,00	37,89	0,99	2,95	40,84	0,00	38,63	0,93	2,76	41,39	0,00
36,42	1,20	4,72	41,14	0,00	37,15	1,10	4,34	41,49	0,00	37,89	1,00	3,95	41,84	0,00	38,63	0,94	3,70	42,33	0,00
36,42	1,21	5,93	42,35	0,00	37,15	1,11	5,45	42,60	0,00	37,89	1,01	4,96	42,85	0,00	38,63	0,95	4,64	43,27	0,00
36,42	1,22	7,15	43,57	0,00	37,15	1,12	6,57	43,72	0,00	37,89	1,02	5,99	43,88	0,00	38,63	0,96	5,60	44,23	0,00
36,42	1,23	8,38	44,80	0,00	37,15	1,13	7,70	44,85	0,00	37,89	1,03	7,02	44,91	0,00	38,63	0,97	6,57	45,20	0,00
36,42	1,24	9,62	46,04	0,00	37,15	1,14	8,84	45,99	0,00	37,89	1,04	8,06	45,95	0,00	38,63	0,97	7,54	46,17	0,00
36,42	1,26	10,88	47,30	0,00	37,15	1,15	10,00	47,15	0,00	37,89	1,05	9,11	47,00	0,00	38,63	0,98	8,53	47,16	0,00
36,42	1,27	12,15	48,57	0,00	37,15	1,17	11,16	48,31	0,00	37,89	1,06	10,18	48,07	0,00	38,63	0,99	9,52	48,15	0,00
36,42	1,28	13,43	49,85	0,00	37,15	1,18	12,34	49,49	0,00	37,89	1,07	11,25	49,14	0,00	38,63	1,00	10,52	49,15	0,00
36,42	1,29	14,72	51,14	0,00	37,15	1,19	13,52	50,67	0,00	37,89	1,08	12,33	50,22	0,00	38,63	1,01	11,54	50,17	0,00
36,42	1,31	16,02	52,44	0,00	37,15	1,20	14,72	51,87	0,00	37,89	1,09	13,43	51,32	0,00	38,63	1,02	12,56	51,19	0,00
36,42	1,32	17,34	53,76	0,00	37,15	1,21	15,94	53,09	0,00	37,89	1,10	14,53	52,42	0,00	38,63	1,03	13,59	52,22	0,00
36,42	1,33	18,67	55,09	0,00	37,15	1,22	17,16	54,31	0,00	37,89	1,11	15,64	53,53	0,00	38,63	1,04	14,63	53,26	0,00
36,42	1,34	20,02	56,44	0,37	37,15	1,23	18,39	55,54	1,26	37,89	1,13	16,77	54,66	2,14	38,63	1,05	15,69	54,32	2,48
36,42	1,36	21,37	57,79	2,86	37,15	1,25	19,64	56,79	3,86	37,89	1,14	17,91	55,80	4,86	38,63	1,06	16,75	55,38	5,27
36,42	1,37	22,74	59,16	5,38	37,15	1,26	20,90	58,05	6,49	37,89	1,15	19,05	56,94	7,59	38,63	1,07	17,83	56,46	8,08
36,42	1,38	24,13	60,55	7,92	37,15	1,27	22,17	59,32	9,15	37,89	1,16	20,21	58,10	10,36	38,63	1,08	18,91	57,54	10,93
36,42	1,40	25,52	61,94	10,49	37,15	1,28	23,45	60,60	11,83	37,89	1,17	21,38	59,27	13,15	38,63	1,09	20,00	58,63	13,79
36,42	1,41	26,93	63,35	13,08	37,15	1,30	24,75	61,90	14,53	37,89	1,18	22,57	60,46	15,97	38,63	1,11	21,11	59,74	16,69
36,42	1,42	28,36	64,78	15,69	37,15	1,31	26,06	63,21	17,26	37,89	1,19	23,76	61,65	18,82	38,63	1,12	22,23	60,86	19,62
36,42	1,44	29,79	66,21	18,34	37,15	1,32	27,38	64,53	20,02	37,89	1,20	24,96	62,85	21,70	38,63	1,13	23,35	61,98	22,57
36,42	1,45	31,25	67,67	21,00	37,15	1,33	28,71	65,86	22,81	37,89	1,22	26,18	64,07	24,60	38,63	1,14	24,49	63,12	25,55
36,42	1,47	32,71	69,13	23,70	37,15	1,35	30,06	67,21	25,62	37,89	1,23	27,41	65,30	27,53	38,63	1,15	25,64	64,27	28,56
36,42	1,48	34,19	70,61	26,42	37,15	1,36	31,42	68,57	28,46	37,89	1,24	28,65	66,54	30,49	38,63	1,16	26,80	65,43	31,60

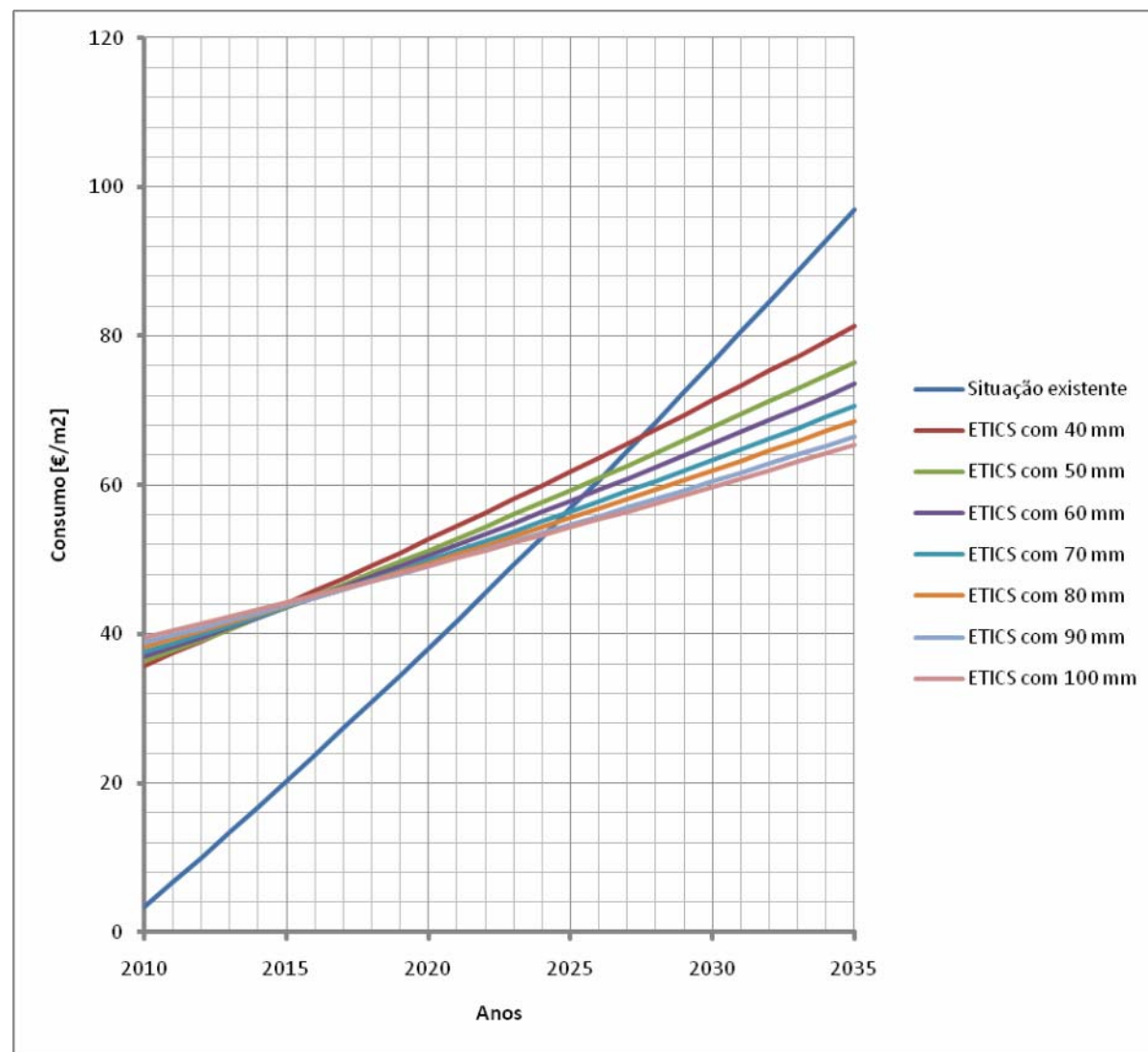


b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA														
Anos		C <sub>e,n</sub>	40 mm				50 mm				60 mm			
			Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
0	2010	0,110	34,19	1,70	1,70	0,00	34,93	1,88	1,88	0,00	35,67	2,01	2,01	0,00
1	2011	0,114	34,19	1,71	3,41	0,00	34,93	1,90	3,79	0,00	35,67	2,03	4,04	0,00
2	2012	0,119	34,19	1,73	5,14	0,00	34,93	1,92	5,71	0,00	35,67	2,05	6,09	0,00
3	2013	0,124	34,19	1,75	6,89	0,00	34,93	1,94	7,65	0,00	35,67	2,07	8,16	0,00
4	2014	0,129	34,19	1,76	8,65	0,00	34,93	1,96	9,61	0,00	35,67	2,09	10,25	0,00
5	2015	0,134	34,19	1,78	10,43	0,00	34,93	1,98	11,59	0,00	35,67	2,11	12,36	0,00
6	2016	0,139	34,19	1,80	12,23	0,00	34,93	2,00	13,59	0,00	35,67	2,13	14,49	0,00
7	2017	0,145	34,19	1,82	14,04	0,00	34,93	2,02	15,60	0,00	35,67	2,15	16,64	0,00
8	2018	0,151	34,19	1,83	15,87	0,00	34,93	2,04	17,64	0,00	35,67	2,17	18,81	0,00
9	2019	0,157	34,19	1,85	17,73	0,00	34,93	2,06	19,69	0,00	35,67	2,19	21,01	0,00
10	2020	0,163	34,19	1,87	19,59	0,00	34,93	2,08	21,77	0,00	35,67	2,21	23,22	0,00
11	2021	0,169	34,19	1,89	21,48	0,00	34,93	2,10	23,87	0,00	35,67	2,24	25,46	0,00
12	2022	0,176	34,19	1,91	23,39	0,00	34,93	2,12	25,98	0,00	35,67	2,26	27,72	0,00
13	2023	0,183	34,19	1,92	25,31	0,00	34,93	2,14	28,12	0,00	35,67	2,28	30,00	0,00
14	2024	0,190	34,19	1,94	27,25	0,00	34,93	2,16	30,28	0,00	35,67	2,30	32,30	0,00
15	2025	0,198	34,19	1,96	29,21	0,00	34,93	2,18	32,46	0,00	35,67	2,32	34,62	0,00
16	2026	0,206	34,19	1,98	31,19	0,00	34,93	2,20	34,66	0,00	35,67	2,35	36,97	1,30
17	2027	0,214	34,19	2,00	33,19	0,00	34,93	2,22	36,88	1,95	35,67	2,37	39,34	3,67
18	2028	0,223	34,19	2,02	35,21	1,02	34,93	2,24	39,12	4,19	35,67	2,39	41,73	6,06
19	2029	0,232	34,19	2,04	37,25	3,06	34,93	2,26	41,39	6,46	35,67	2,42	44,15	8,48
20	2030	0,241	34,19	2,06	39,31	5,12	34,93	2,29	43,67	8,74	35,67	2,44	46,59	10,92
21	2031	0,251	34,19	2,08	41,38	7,19	34,93	2,31	45,98	11,05	35,67	2,46	49,05	13,38
22	2032	0,261	34,19	2,10	43,48	9,29	34,93	2,33	48,31	13,38	35,67	2,49	51,54	15,87
23	2033	0,271	34,19	2,12	45,60	11,41	34,93	2,35	50,67	15,74	35,67	2,51	54,05	18,38
24	2034	0,282	34,19	2,14	47,74	13,55	34,93	2,38	53,05	18,12	35,67	2,54	56,58	20,91
25	2035	0,293	34,19	2,16	49,90	15,71	34,93	2,40	55,45	20,52	35,67	2,56	59,14	23,47





b) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, sem isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA															
70 mm				80 mm				90 mm				100 mm			
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
36,42	2,14	2,14	0,00	37,15	2,23	2,23	0,00	37,89	2,32	2,32	0,00	38,63	2,39	2,39	0,00
36,42	2,16	4,29	0,00	37,15	2,25	4,48	0,00	37,89	2,35	4,67	0,00	38,63	2,41	4,80	0,00
36,42	2,18	6,47	0,00	37,15	2,27	6,76	0,00	37,89	2,37	7,04	0,00	38,63	2,43	7,23	0,00
36,42	2,20	8,67	0,00	37,15	2,30	9,05	0,00	37,89	2,39	9,44	0,00	38,63	2,46	9,69	0,00
36,42	2,22	10,89	0,00	37,15	2,32	11,37	0,00	37,89	2,42	11,85	0,00	38,63	2,48	12,17	0,00
36,42	2,24	13,13	0,00	37,15	2,34	13,71	0,00	37,89	2,44	14,29	0,00	38,63	2,51	14,68	0,00
36,42	2,26	15,40	0,00	37,15	2,36	16,08	0,00	37,89	2,46	16,76	0,00	38,63	2,53	17,21	0,00
36,42	2,29	17,68	0,00	37,15	2,39	18,46	0,00	37,89	2,49	19,24	0,00	38,63	2,55	19,76	0,00
36,42	2,31	19,99	0,00	37,15	2,41	20,87	0,00	37,89	2,51	21,75	0,00	38,63	2,58	22,34	0,00
36,42	2,33	22,32	0,00	37,15	2,43	23,31	0,00	37,89	2,54	24,29	0,00	38,63	2,60	24,95	0,00
36,42	2,35	24,67	0,00	37,15	2,46	25,76	0,00	37,89	2,56	26,85	0,00	38,63	2,63	27,58	0,00
36,42	2,38	27,05	0,00	37,15	2,48	28,24	0,00	37,89	2,59	29,44	0,00	38,63	2,66	30,23	0,00
36,42	2,40	29,45	0,00	37,15	2,50	30,75	0,00	37,89	2,61	32,05	0,00	38,63	2,68	32,91	0,00
36,42	2,42	31,87	0,00	37,15	2,53	33,28	0,00	37,89	2,64	34,68	0,00	38,63	2,71	35,62	0,00
36,42	2,45	34,32	0,00	37,15	2,55	35,83	0,00	37,89	2,66	37,34	0,00	38,63	2,73	38,35	0,00
36,42	2,47	36,79	0,37	37,15	2,58	38,41	1,26	37,89	2,69	40,03	2,14	38,63	2,76	41,11	2,48
36,42	2,49	39,28	2,86	37,15	2,60	41,01	3,86	37,89	2,71	42,75	4,86	38,63	2,79	43,90	5,27
36,42	2,52	41,80	5,38	37,15	2,63	43,64	6,49	37,89	2,74	45,48	7,59	38,63	2,81	46,71	8,08
36,42	2,54	44,34	7,92	37,15	2,65	46,30	9,15	37,89	2,77	48,25	10,36	38,63	2,84	49,56	10,93
36,42	2,57	46,91	10,49	37,15	2,68	48,98	11,83	37,89	2,79	51,04	13,15	38,63	2,87	52,42	13,79
36,42	2,59	49,50	13,08	37,15	2,71	51,68	14,53	37,89	2,82	53,86	15,97	38,63	2,90	55,32	16,69
36,42	2,62	52,11	15,69	37,15	2,73	54,41	17,26	37,89	2,85	56,71	18,82	38,63	2,92	58,25	19,62
36,42	2,64	54,76	18,34	37,15	2,76	57,17	20,02	37,89	2,88	59,59	21,70	38,63	2,95	61,20	22,57
36,42	2,67	57,42	21,00	37,15	2,79	59,96	22,81	37,89	2,90	62,49	24,60	38,63	2,98	64,18	25,55
36,42	2,69	60,12	23,70	37,15	2,81	62,77	25,62	37,89	2,93	65,42	27,53	38,63	3,01	67,19	28,56
36,42	2,72	62,84	26,42	37,15	2,84	65,61	28,46	37,89	2,96	68,38	30,49	38,63	3,04	70,23	31,60





c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMO																				
Anos		C <sub>e,n</sub>	Situação existente			ETICS com 40 mm					ETICS com 50 mm					ETICS com 60 mm				
			C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
0	2010	0,110	1,98	1,98	1,98	34,19	1,23	1,23	35,42	0,00	34,93	1,10	1,10	36,03	0,00	35,67	1,01	1,01	36,68	0,00
1	2011	0,114	2,00	3,98	3,98	34,19	1,24	2,46	36,65	0,00	34,93	1,11	2,21	37,14	0,00	35,67	1,02	2,02	37,69	0,00
2	2012	0,119	2,02	6,00	6,00	34,19	1,25	3,71	37,90	0,00	34,93	1,12	3,33	38,26	0,00	35,67	1,02	3,05	38,72	0,00
3	2013	0,124	2,04	8,03	8,03	34,19	1,26	4,97	39,16	0,00	34,93	1,13	4,46	39,39	0,00	35,67	1,03	4,08	39,75	0,00
4	2014	0,129	2,06	10,09	10,09	34,19	1,27	6,25	40,44	0,00	34,93	1,14	5,61	40,54	0,00	35,67	1,04	5,13	40,80	0,00
5	2015	0,134	2,08	12,17	12,17	34,19	1,29	7,53	41,72	0,00	34,93	1,15	6,76	41,69	0,00	35,67	1,06	6,18	41,85	0,00
6	2016	0,139	2,10	14,26	14,26	34,19	1,30	8,83	43,02	0,00	34,93	1,17	7,92	42,85	0,00	35,67	1,07	7,25	42,92	0,00
7	2017	0,145	2,12	16,38	16,38	34,19	1,31	10,14	44,33	0,00	34,93	1,18	9,10	44,03	0,00	35,67	1,08	8,32	43,99	0,00
8	2018	0,151	2,14	18,52	18,52	34,19	1,32	11,47	45,66	0,00	34,93	1,19	10,29	45,22	0,00	35,67	1,09	9,41	45,08	0,00
9	2019	0,157	2,16	20,68	20,68	34,19	1,34	12,80	46,99	0,00	34,93	1,20	11,49	46,42	0,00	35,67	1,10	10,50	46,17	0,00
10	2020	0,163	2,18	22,86	22,86	34,19	1,35	14,15	48,34	0,00	34,93	1,21	12,70	47,63	0,00	35,67	1,11	11,61	47,28	0,00
11	2021	0,169	2,20	25,06	25,06	34,19	1,36	15,51	49,70	0,00	34,93	1,22	13,92	48,85	0,00	35,67	1,12	12,73	48,40	0,00
12	2022	0,176	2,22	27,28	27,28	34,19	1,38	16,89	51,08	0,00	34,93	1,23	15,16	50,09	0,00	35,67	1,13	13,86	49,53	0,00
13	2023	0,183	2,24	29,53	29,53	34,19	1,39	18,28	52,47	0,00	34,93	1,25	16,40	51,33	0,00	35,67	1,14	15,00	50,67	0,00
14	2024	0,190	2,27	31,79	31,79	34,19	1,40	19,68	53,87	0,00	34,93	1,26	17,66	52,59	0,00	35,67	1,15	16,15	51,82	0,00
15	2025	0,198	2,29	34,08	34,08	34,19	1,42	21,10	55,29	0,00	34,93	1,27	18,93	53,86	0,00	35,67	1,16	17,31	52,98	0,00
16	2026	0,206	2,31	36,39	36,39	34,19	1,43	22,53	56,72	0,00	34,93	1,28	20,22	55,15	0,00	35,67	1,17	18,48	54,15	0,00
17	2027	0,214	2,33	38,72	38,72	34,19	1,44	23,97	58,16	0,00	34,93	1,30	21,51	56,44	0,00	35,67	1,18	19,67	55,34	0,00
18	2028	0,223	2,36	41,08	41,08	34,19	1,46	25,43	59,62	0,00	34,93	1,31	22,82	57,75	0,00	35,67	1,20	20,87	56,54	0,00
19	2029	0,232	2,38	43,46	43,46	34,19	1,47	26,90	61,09	0,00	34,93	1,32	24,14	59,07	0,00	35,67	1,21	22,07	57,74	0,00
20	2030	0,241	2,40	45,86	45,86	34,19	1,49	28,39	62,58	0,00	34,93	1,33	25,48	60,41	0,00	35,67	1,22	23,29	58,96	0,00
21	2031	0,251	2,42	48,28	48,28	34,19	1,50	29,89	64,08	0,00	34,93	1,35	26,82	61,75	0,00	35,67	1,23	24,52	60,19	0,00
22	2032	0,261	2,45	50,73	50,73	34,19	1,52	31,40	65,59	0,00	34,93	1,36	28,18	63,11	0,00	35,67	1,24	25,77	61,44	0,00
23	2033	0,271	2,47	53,20	53,20	34,19	1,53	32,93	67,12	0,00	34,93	1,37	29,56	64,49	0,00	35,67	1,26	27,02	62,69	0,00
24	2034	0,282	2,50	55,70	55,70	34,19	1,54	34,48	68,67	0,00	34,93	1,39	30,94	65,87	0,00	35,67	1,27	28,29	63,96	0,00
25	2035	0,293	2,52	58,22	58,22	34,19	1,56	36,04	70,23	0,00	34,93	1,40	32,34	67,27	0,00	35,67	1,28	29,57	65,24	0,00



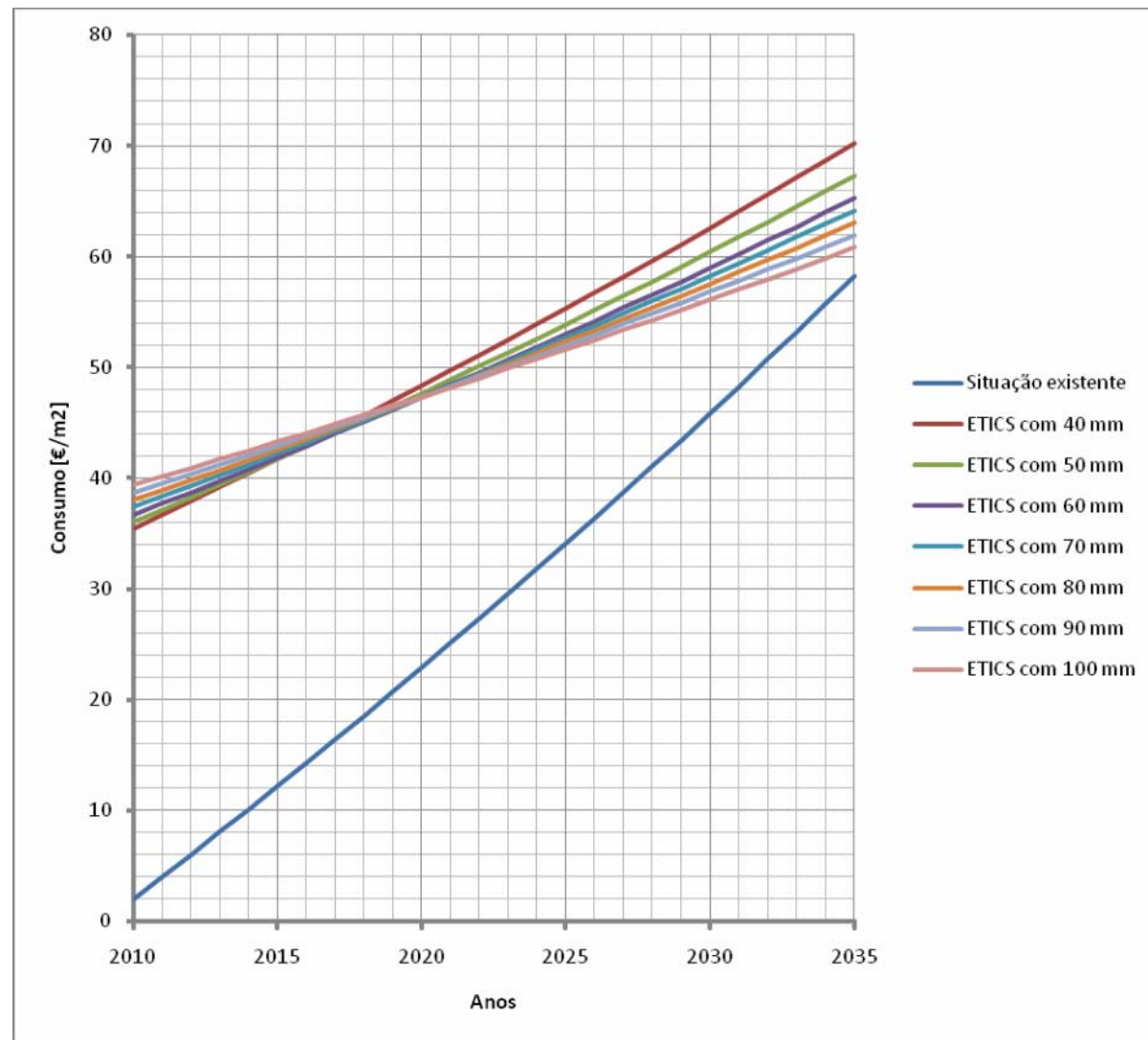
c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - CONSUMO																			
ETICS com 70 mm					ETICS com 80 mm					ETICS com 90 mm					ETICS com 100 mm				
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	C <sub>g</sub>	Retrn
36,42	0,94	0,94	37,36	0,00	37,15	0,88	0,88	38,03	0,00	37,89	0,82	0,82	38,71	0,00	38,63	0,75	0,75	39,38	0,00
36,42	0,95	1,89	38,31	0,00	37,15	0,89	1,77	38,92	0,00	37,89	0,82	1,64	39,53	0,00	38,63	0,76	1,52	40,15	0,00
36,42	0,96	2,85	39,27	0,00	37,15	0,90	2,66	39,81	0,00	37,89	0,83	2,47	40,36	0,00	38,63	0,77	2,28	40,91	0,00
36,42	0,97	3,83	40,25	0,00	37,15	0,91	3,57	40,72	0,00	37,89	0,84	3,32	41,21	0,00	38,63	0,78	3,06	41,69	0,00
36,42	0,98	4,80	41,22	0,00	37,15	0,91	4,48	41,63	0,00	37,89	0,85	4,16	42,05	0,00	38,63	0,78	3,84	42,47	0,00
36,42	0,99	5,79	42,21	0,00	37,15	0,92	5,41	42,56	0,00	37,89	0,86	5,02	42,91	0,00	38,63	0,79	4,64	43,27	0,00
36,42	1,00	6,79	43,21	0,00	37,15	0,93	6,34	43,49	0,00	37,89	0,87	5,89	43,78	0,00	38,63	0,80	5,43	44,06	0,00
36,42	1,01	7,80	44,22	0,00	37,15	0,94	7,28	44,43	0,00	37,89	0,87	6,76	44,65	0,00	38,63	0,81	6,24	44,87	0,00
36,42	1,02	8,82	45,24	0,00	37,15	0,95	8,23	45,38	0,00	37,89	0,88	7,64	45,53	0,00	38,63	0,81	7,06	45,69	0,00
36,42	1,03	9,85	46,27	0,00	37,15	0,96	9,19	46,34	0,00	37,89	0,89	8,53	46,42	0,00	38,63	0,82	7,88	46,51	0,00
36,42	1,04	10,89	47,31	0,00	37,15	0,97	10,16	47,31	0,00	37,89	0,90	9,43	47,32	0,00	38,63	0,83	8,71	47,34	0,00
36,42	1,05	11,93	48,35	0,00	37,15	0,98	11,14	48,29	0,00	37,89	0,91	10,34	48,23	0,00	38,63	0,84	9,55	48,18	0,00
36,42	1,06	12,99	49,41	0,00	37,15	0,99	12,13	49,28	0,00	37,89	0,92	11,26	49,15	0,00	38,63	0,85	10,39	49,02	0,00
36,42	1,07	14,06	50,48	0,00	37,15	1,00	13,12	50,27	0,00	37,89	0,93	12,19	50,08	0,00	38,63	0,85	11,25	49,88	0,00
36,42	1,08	15,14	51,56	0,00	37,15	1,01	14,13	51,28	0,00	37,89	0,94	13,12	51,01	0,00	38,63	0,86	12,11	50,74	0,00
36,42	1,09	16,23	52,65	0,00	37,15	1,02	15,15	52,30	0,00	37,89	0,94	14,07	51,96	0,00	38,63	0,87	12,98	51,61	0,00
36,42	1,10	17,33	53,75	0,00	37,15	1,03	16,17	53,32	0,00	37,89	0,95	15,02	52,91	0,00	38,63	0,88	13,86	52,49	0,00
36,42	1,11	18,44	54,86	0,00	37,15	1,04	17,21	54,36	0,00	37,89	0,96	15,98	53,87	0,00	38,63	0,89	14,75	53,38	0,00
36,42	1,12	19,56	55,98	0,00	37,15	1,05	18,26	55,41	0,00	37,89	0,97	16,95	54,84	0,00	38,63	0,90	15,65	54,28	0,00
36,42	1,13	20,69	57,11	0,00	37,15	1,06	19,31	56,46	0,00	37,89	0,98	17,93	55,82	0,00	38,63	0,91	16,55	55,18	0,00
36,42	1,14	21,84	58,26	0,00	37,15	1,07	20,38	57,53	0,00	37,89	0,99	18,93	56,82	0,00	38,63	0,91	17,47	56,10	0,00
36,42	1,15	22,99	59,41	0,00	37,15	1,08	21,46	58,61	0,00	37,89	1,00	19,93	57,82	0,00	38,63	0,92	18,39	57,02	0,00
36,42	1,17	24,16	60,58	0,00	37,15	1,09	22,55	59,70	0,00	37,89	1,01	20,94	58,83	0,00	38,63	0,93	19,33	57,96	0,00
36,42	1,18	25,33	61,75	0,00	37,15	1,10	23,65	60,80	0,00	37,89	1,02	21,96	59,85	0,00	38,63	0,94	20,27	58,90	0,00
36,42	1,19	26,52	62,94	0,00	37,15	1,11	24,75	61,90	0,00	37,89	1,03	22,99	60,88	0,00	38,63	0,95	21,22	59,85	0,00
36,42	1,20	27,72	64,14	0,00	37,15	1,12	25,87	63,02	0,00	37,89	1,04	24,03	61,92	0,00	38,63	0,96	22,18	60,81	0,00



c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA													
Anos	C <sub>e,n</sub>	40 mm				50 mm				60 mm			
		Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
0 2010	0,110	34,19	0,75	0,75	0,00	34,93	0,88	0,88	0,00	35,67	0,97	0,97	0,00
1 2011	0,114	34,19	0,76	1,52	0,00	34,93	0,89	1,77	0,00	35,67	0,98	1,96	0,00
2 2012	0,119	34,19	0,77	2,28	0,00	34,93	0,90	2,66	0,00	35,67	0,99	2,95	0,00
3 2013	0,124	34,19	0,78	3,06	0,00	34,93	0,91	3,57	0,00	35,67	1,00	3,95	0,00
4 2014	0,129	34,19	0,78	3,84	0,00	34,93	0,91	4,48	0,00	35,67	1,01	4,96	0,00
5 2015	0,134	34,19	0,79	4,64	0,00	34,93	0,92	5,41	0,00	35,67	1,02	5,99	0,00
6 2016	0,139	34,19	0,80	5,43	0,00	34,93	0,93	6,34	0,00	35,67	1,03	7,02	0,00
7 2017	0,145	34,19	0,81	6,24	0,00	34,93	0,94	7,28	0,00	35,67	1,04	8,06	0,00
8 2018	0,151	34,19	0,81	7,06	0,00	34,93	0,95	8,23	0,00	35,67	1,05	9,11	0,00
9 2019	0,157	34,19	0,82	7,88	0,00	34,93	0,96	9,19	0,00	35,67	1,06	10,18	0,00
10 2020	0,163	34,19	0,83	8,71	0,00	34,93	0,97	10,16	0,00	35,67	1,07	11,25	0,00
11 2021	0,169	34,19	0,84	9,55	0,00	34,93	0,98	11,14	0,00	35,67	1,08	12,33	0,00
12 2022	0,176	34,19	0,85	10,39	0,00	34,93	0,99	12,13	0,00	35,67	1,09	13,43	0,00
13 2023	0,183	34,19	0,85	11,25	0,00	34,93	1,00	13,12	0,00	35,67	1,10	14,53	0,00
14 2024	0,190	34,19	0,86	12,11	0,00	34,93	1,01	14,13	0,00	35,67	1,11	15,64	0,00
15 2025	0,198	34,19	0,87	12,98	0,00	34,93	1,02	15,15	0,00	35,67	1,13	16,77	0,00
16 2026	0,206	34,19	0,88	13,86	0,00	34,93	1,03	16,17	0,00	35,67	1,14	17,91	0,00
17 2027	0,214	34,19	0,89	14,75	0,00	34,93	1,04	17,21	0,00	35,67	1,15	19,05	0,00
18 2028	0,223	34,19	0,90	15,65	0,00	34,93	1,05	18,26	0,00	35,67	1,16	20,21	0,00
19 2029	0,232	34,19	0,91	16,55	0,00	34,93	1,06	19,31	0,00	35,67	1,17	21,38	0,00
20 2030	0,241	34,19	0,91	17,47	0,00	34,93	1,07	20,38	0,00	35,67	1,18	22,57	0,00
21 2031	0,251	34,19	0,92	18,39	0,00	34,93	1,08	21,46	0,00	35,67	1,19	23,76	0,00
22 2032	0,261	34,19	0,93	19,33	0,00	34,93	1,09	22,55	0,00	35,67	1,20	24,96	0,00
23 2033	0,271	34,19	0,94	20,27	0,00	34,93	1,10	23,65	0,00	35,67	1,22	26,18	0,00
24 2034	0,282	34,19	0,95	21,22	0,00	34,93	1,11	24,75	0,00	35,67	1,23	27,41	0,00
25 2035	0,293	34,19	0,96	22,18	0,00	34,93	1,12	25,87	0,00	35,67	1,24	28,65	0,00



c) - PAREDE EM ALVENARIA DE TIJOLO FURADO - Dupla 11+3+11, com isolamento - 30 cm de espessura - POUPANÇA															
70 mm				80 mm				90 mm				100 mm			
Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr	Invst	C <sub>exp,n</sub>	C <sub>exp</sub> Acm	Retr
36,42	1,04	1,04	0,00	37,15	1,10	1,10	0,00	37,89	1,16	1,16	0,00	38,63	1,23	1,23	0,00
36,42	1,05	2,08	0,00	37,15	1,11	2,21	0,00	37,89	1,17	2,34	0,00	38,63	1,24	2,46	0,00
36,42	1,06	3,14	0,00	37,15	1,12	3,33	0,00	37,89	1,19	3,52	0,00	38,63	1,25	3,71	0,00
36,42	1,07	4,21	0,00	37,15	1,13	4,46	0,00	37,89	1,20	4,72	0,00	38,63	1,26	4,97	0,00
36,42	1,08	5,29	0,00	37,15	1,14	5,61	0,00	37,89	1,21	5,93	0,00	38,63	1,27	6,25	0,00
36,42	1,09	6,37	0,00	37,15	1,15	6,76	0,00	37,89	1,22	7,15	0,00	38,63	1,29	7,53	0,00
36,42	1,10	7,47	0,00	37,15	1,17	7,92	0,00	37,89	1,23	8,38	0,00	38,63	1,30	8,83	0,00
36,42	1,11	8,58	0,00	37,15	1,18	9,10	0,00	37,89	1,24	9,62	0,00	38,63	1,31	10,14	0,00
36,42	1,12	9,70	0,00	37,15	1,19	10,29	0,00	37,89	1,26	10,88	0,00	38,63	1,32	11,47	0,00
36,42	1,13	10,83	0,00	37,15	1,20	11,49	0,00	37,89	1,27	12,15	0,00	38,63	1,34	12,80	0,00
36,42	1,14	11,97	0,00	37,15	1,21	12,70	0,00	37,89	1,28	13,43	0,00	38,63	1,35	14,15	0,00
36,42	1,15	13,13	0,00	37,15	1,22	13,92	0,00	37,89	1,29	14,72	0,00	38,63	1,36	15,51	0,00
36,42	1,16	14,29	0,00	37,15	1,23	15,16	0,00	37,89	1,31	16,02	0,00	38,63	1,38	16,89	0,00
36,42	1,18	15,47	0,00	37,15	1,25	16,40	0,00	37,89	1,32	17,34	0,00	38,63	1,39	18,28	0,00
36,42	1,19	16,65	0,00	37,15	1,26	17,66	0,00	37,89	1,33	18,67	0,00	38,63	1,40	19,68	0,00
36,42	1,20	17,85	0,00	37,15	1,27	18,93	0,00	37,89	1,34	20,02	0,00	38,63	1,42	21,10	0,00
36,42	1,21	19,06	0,00	37,15	1,28	20,22	0,00	37,89	1,36	21,37	0,00	38,63	1,43	22,53	0,00
36,42	1,22	20,28	0,00	37,15	1,30	21,51	0,00	37,89	1,37	22,74	0,00	38,63	1,44	23,97	0,00
36,42	1,23	21,52	0,00	37,15	1,31	22,82	0,00	37,89	1,38	24,13	0,00	38,63	1,46	25,43	0,00
36,42	1,25	22,76	0,00	37,15	1,32	24,14	0,00	37,89	1,40	25,52	0,00	38,63	1,47	26,90	0,00
36,42	1,26	24,02	0,00	37,15	1,33	25,48	0,00	37,89	1,41	26,93	0,00	38,63	1,49	28,39	0,00
36,42	1,27	25,29	0,00	37,15	1,35	26,82	0,00	37,89	1,42	28,36	0,00	38,63	1,50	29,89	0,00
36,42	1,28	26,57	0,00	37,15	1,36	28,18	0,00	37,89	1,44	29,79	0,00	38,63	1,52	31,40	0,00
36,42	1,29	27,87	0,00	37,15	1,37	29,56	0,00	37,89	1,45	31,25	0,00	38,63	1,53	32,93	0,00
36,42	1,31	29,18	0,00	37,15	1,39	30,94	0,00	37,89	1,47	32,71	0,00	38,63	1,54	34,48	0,00
36,42	1,32	30,50	0,00	37,15	1,40	32,34	0,00	37,89	1,48	34,19	0,00	38,63	1,56	36,04	0,00









## Anexo H – Resumo dos resultados obtidos pelo efeito da evolução do U pela aplicação crescente e sucessiva de diversas espessuras de isolante térmico (anexo G).

1. Resumo dos resultados do estudo efectuado aos edifícios da BA5 - Monte Real; zona climática de Inverno: I2; GD=1610 [°C.dias].

**Tabela H1.1 - Parede simples em alvenaria ordinária, com 50cm de espessura**

Espess EPS [mm]	$\Delta U$ ( $U_e - U_n$ )	C. invst [€/m <sup>2</sup> ]	Consumo		Poupança [€/m <sup>2</sup> ]						
			Q <sub>ext</sub> [kWh]	[€/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>ext</sub> [kWh]	%	Ano,i [€/m <sup>2</sup> ]	P. Retr [anos]	10 anos	15 anos	25 anos
0	0	0,00	<b>74,189</b>	8,161	0,000		0,000	-	-	-	-
40	1,26	34,19	25,502	2,805	48,686	<b>66</b>	5,356	6	<b>27,67</b>	<b>58,03</b>	<b>123,34</b>
50	1,36	34,93	21,638	2,380	52,550	<b>71</b>	5,781	5	<b>31,83</b>	<b>64,61</b>	<b>135,10</b>
60	1,43	35,67	18,934	2,083	55,255	<b>74</b>	6,078	5	<b>34,53</b>	<b>68,99</b>	<b>143,11</b>
70	1,48	36,42	17,002	1,870	57,187	<b>77</b>	6,291	5	<b>36,24</b>	<b>71,90</b>	<b>148,62</b>
80	1,52	37,15	15,456	1,700	58,733	<b>79</b>	6,461	5	<b>37,47</b>	<b>74,10</b>	<b>152,89</b>
90	1,56	37,89	13,910	1,530	60,278	<b>81</b>	6,631	5	<b>38,69</b>	<b>76,29</b>	<b>157,15</b>
100	1,59	38,63	12,751	1,403	61,438	<b>83</b>	6,758	5	<b>39,43</b>	<b>77,74</b>	<b>160,16</b>

**Espeess EPS:** espessura do isolante térmico;  **$\Delta U$ :** diferença entre o coeficiente de transmissão térmica sem isolamento térmico e com isolamento térmico; **C. invst:** Custo do investimento inicial; **Q<sub>ext</sub>:** perdas de energia pela fachada; **Ano,i** poupança em [€/m<sup>2</sup>], durante o ano “i”; **P. Retr:** Período de retorno do investimento total.

**Tabela H1.2 - Parede dupla em alvenaria de tijolo furado sem isolamento, com 30cm de espessura**

Espess EPS [mm]	$\Delta U$ ( $U_e - U_n$ )	C. invst [€/m <sup>2</sup> ]	Consumo		Poupança [€/m <sup>2</sup> ]						
			Q <sub>ext</sub> [kWh]	[€/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>ext</sub> [kWh]	%	Ano,i [€/m <sup>2</sup> ]	P. Retr [anos]	10 anos	15 anos	25 anos
0	0	0,00	40,572	4,463	0,000		0,000	-	-	-	-
40	0,54	34,19	19,706	2,168	20,866	<b>51</b>	2,295	13	-	<b>5,33</b>	<b>33,32</b>
50	0,60	34,93	17,388	1,913	23,184	<b>57</b>	2,550	12	-	<b>8,98</b>	<b>40,08</b>
60	0,64	35,67	15,842	1,743	24,730	<b>61</b>	2,720	12	-	<b>11,17</b>	<b>44,35</b>
70	0,68	36,42	14,297	1,573	26,275	<b>65</b>	2,890	11	-	<b>13,35</b>	<b>48,60</b>
80	0,71	37,15	13,138	1,445	27,434	<b>68</b>	3,018	11	-	<b>14,81</b>	<b>51,62</b>
90	0,74	37,89	11,978	1,318	28,594	<b>70</b>	3,145	11	-	<b>16,27</b>	<b>54,63</b>
100	0,76	38,63	11,206	1,233	29,366	<b>72</b>	3,230	11	-	<b>16,99</b>	<b>56,39</b>

**Tabela H1.3 - Parede dupla em alvenaria de tijolo furado com isolamento, com 30cm de espessura**

Espess EPS [mm]	$\Delta U$ ( $U_e - U_n$ )	C. invst [€/m <sup>2</sup> ]	Consumo		Poupança [€/m <sup>2</sup> ]						
			Q <sub>ext</sub> [kWh]	[€/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>ext</sub> [kWh]	%	Ano,i [€/m <sup>2</sup> ]	P. Retr [anos]	10 anos	15 anos	25 anos
0	0	0,00	24,343	2,678	0,000		0,000	-	-	-	-
40	0,24	34,19	15,070	1,658	9,274	<b>38</b>	1,020	-	-	-	-
50	0,28	34,93	13,524	1,488	10,819	<b>44</b>	1,190	25	-	-	<b>0,08</b>
60	0,31	35,67	12,365	1,360	11,978	<b>49</b>	1,318	24	-	-	<b>3,09</b>
70	0,33	36,42	11,592	1,275	12,751	<b>52</b>	1,403	23	-	-	<b>4,84</b>
80	0,35	37,15	10,819	1,190	13,524	<b>56</b>	1,488	22	-	-	<b>6,61</b>
90	0,37	37,89	10,046	1,105	14,297	<b>59</b>	1,573	21	-	-	<b>8,37</b>
100	0,39	38,63	9,274	1,020	15,070	<b>62</b>	1,658	21	-	-	<b>10,13</b>



2. Resumo dos resultados do estudo efectuado aos edifícios do CFMTFA – Alenquer; zona climática de Inverno: I1; GD=1410 [°C.dias].

Tabela H2.1 - Parede simples em alvenaria ordinária, com 50cm de espessura

Espess EPS [mm]	$\Delta U$ ( $U_e - U_n$ )	C. invst [€/m <sup>2</sup> ]	Consumo		Poupança [€/m <sup>2</sup> ]						
			$Q_{ext}$ [kWh]	[€/m <sup>2</sup> ]	$Q_{ext}$ [kWh]	%	Ano,i [€/m <sup>2</sup> ]	P. Retr [anos]	10 anos	15 anos	25 anos
0	0	0,00	64,973	7,147	0,000		0,000	-	-	-	-
40	1,26	34,19	22,334	2,457	42,638	66	4,690	7	19,98	46,57	103,77
50	1,36	34,93	18,950	2,085	46,022	71	5,062	6	23,54	52,24	113,98
60	1,43	35,67	16,582	1,824	48,391	74	5,323	6	25,81	55,99	120,91
70	1,48	36,42	14,890	1,638	50,083	77	5,509	6	27,21	58,45	125,63
80	1,52	37,15	13,536	1,489	51,437	79	5,658	6	28,20	60,28	129,28
90	1,56	37,89	12,182	1,340	52,790	81	5,807	6	29,18	62,10	132,92
100	1,59	38,63	11,167	1,228	53,806	83	5,919	6	29,73	63,29	135,46

**Espe** EPS: espessura do isolante térmico;  $\Delta U$ : diferença entre o coeficiente de transmissão térmica sem isolamento térmico e com isolamento térmico; **C. invst**: Custo do investimento inicial; **Q<sub>ext</sub>**: perdas de energia pela fachada; **Ano,i** poupança em [€/m<sup>2</sup>], durante o ano “i”; **P. Retr**: Período de retorno do investimento total.

Tabela H2.2 - Parede dupla em alvenaria de tijolo furado sem isolamento, com 30cm de espessura

Espess EPS [mm]	$\Delta U$ ( $U_e - U_n$ )	C. invst [€/m <sup>2</sup> ]	Consumo		Poupança [€/m <sup>2</sup> ]						
			$Q_{ext}$ [kWh]	[€/m <sup>2</sup> ]	$Q_{ext}$ [kWh]	%	Ano,i [€/m <sup>2</sup> ]	P. Retr [anos]	10 anos	15 anos	25 anos
0	0	0,00	35,532	3,909	0,000		0,000	-	-	-	-
40	0,54	34,19	17,258	1,898	18,274	51	2,010	15	-	0,42	24,94
50	0,60	34,93	15,228	1,675	20,304	57	2,233	14	-	3,53	30,77
60	0,64	35,67	13,874	1,526	21,658	61	2,382	14	-	5,35	34,41
70	0,68	36,42	12,521	1,377	23,011	65	2,531	13	-	7,17	38,04
80	0,71	37,15	11,506	1,266	24,026	68	2,643	13	-	8,36	40,59
90	0,74	37,89	10,490	1,154	25,042	70	2,755	12	-	9,54	43,14
100	0,76	38,63	9,814	1,079	25,718	72	2,829	12	-	10,08	44,58

Tabela H2.3 - Parede dupla em alvenaria de tijolo furado com isolamento, com 30cm de espessura

Espess EPS [mm]	$\Delta U$ ( $U_e - U_n$ )	C. invst [€/m <sup>2</sup> ]	Consumo		Poupança [€/m <sup>2</sup> ]						
			$Q_{ext}$ [kWh]	[€/m <sup>2</sup> ]	$Q_{ext}$ [kWh]	%	Ano,i [€/m <sup>2</sup> ]	P. Retr [anos]	10 anos	15 anos	25 anos
0	0	0,00	21,319	2,345	0,000		0,000	-	-	-	-
40	0,24	34,19	13,198	1,452	8,122	38	0,893	-	-	-	-
50	0,28	34,93	11,844	1,303	9,475	44	1,042	-	-	-	-
60	0,31	35,67	10,829	1,191	10,490	49	1,154	-	-	-	-
70	0,33	36,42	10,152	1,117	11,167	52	1,228	-	-	-	-
80	0,35	37,15	9,475	1,042	11,844	56	1,303	25	-	-	1,17
90	0,37	37,89	8,798	0,968	12,521	59	1,377	24	-	-	2,62
100	0,39	38,63	8,122	0,893	13,198	62	1,452	23	-	-	4,07



### 3. Resumo dos resultados do estudo efectuado aos edifícios da Unidades do concelho de Lisboa; zona climática de Inverno: I1; GD=1190 [°C.dias].

**Tabela H3.1 - Parede simples em alvenaria ordinária, com 50cm de espessura**

Espess EPS [mm]	$\Delta U$ ( $U_e - U_n$ )	C. invst [€/m <sup>2</sup> ]	Consumo		Poupança [€/m <sup>2</sup> ]						
			$Q_{ext}$ [kWh]	[€/m <sup>2</sup> ]	$Q_{ext}$ [kWh]	%	Ano,i [€/m <sup>2</sup> ]	P. Retr [anos]	10 anos	15 anos	25 anos
0	0	0,00	54,835	6,032	0,000		0,000	-	-	-	-
40	1,26	34,19	18,850	2,073	<b>35,986</b>	<b>66</b>	3,958	<b>8</b>	11,53	33,97	82,25
50	1,36	34,93	15,994	1,759	<b>38,842</b>	<b>71</b>	4,273	<b>7</b>	14,42	38,64	90,75
60	1,43	35,67	13,994	1,539	<b>40,841</b>	<b>74</b>	4,492	<b>7</b>	16,22	41,69	96,48
70	1,48	36,42	12,566	1,382	<b>42,269</b>	<b>77</b>	4,650	<b>7</b>	17,28	43,64	100,35
80	1,52	37,15	11,424	1,257	<b>43,411</b>	<b>79</b>	4,775	<b>7</b>	18,00	45,08	103,31
90	1,56	37,89	10,282	1,131	<b>44,554</b>	<b>81</b>	4,901	<b>7</b>	18,71	46,50	106,27
100	1,59	38,63	9,425	1,037	<b>45,410</b>	<b>83</b>	4,995	<b>7</b>	19,06	47,38	108,30

**Espess EPS:** espessura do isolante térmico;  **$\Delta U$** ; diferença entre o coeficiente de transmissão térmica sem isolamento térmico e com isolamento térmico; **C. invst:** Custo do investimento inicial;  **$Q_{ext}$** : perdas de energia pela fachada; **Ano,i** poupança em [€/m<sup>2</sup>], durante o ano “i”; **P. Retr:** Período de retorno do investimento total.

**Tabela H3.2 - Parede dupla em alvenaria de tijolo furado sem isolamento, com 30cm de espessura**

Espess EPS [mm]	$\Delta U$ ( $U_e - U_n$ )	C. invst [€/m <sup>2</sup> ]	Consumo		Poupança [€/m <sup>2</sup> ]						
			$Q_{ext}$ [kWh]	[€/m <sup>2</sup> ]	$Q_{ext}$ [kWh]	%	Ano,i [€/m <sup>2</sup> ]	P. Retr [anos]	10 anos	15 anos	25 anos
0	0	0,00	29,988	3,299	0,000		0,000	-	-	-	-
40	0,54	34,19	14,566	1,602	<b>15,422</b>	<b>51</b>	1,696	18	-	0,00	15,71
50	0,60	34,93	12,852	1,414	<b>17,136</b>	<b>57</b>	1,885	17	-	0,00	20,52
60	0,64	35,67	11,710	1,288	<b>18,278</b>	<b>61</b>	2,011	16	-	0,00	23,47
70	0,68	36,42	10,567	1,162	<b>19,421</b>	<b>65</b>	2,136	15	-	0,37	26,42
80	0,71	37,15	9,710	1,068	<b>20,278</b>	<b>68</b>	2,231	15	-	1,26	28,46
90	0,74	37,89	8,854	0,974	<b>21,134</b>	<b>70</b>	2,325	15	-	2,14	30,49
100	0,76	38,63	8,282	0,911	<b>21,706</b>	<b>72</b>	2,388	15	-	2,48	31,60

**Tabela H3.3 - Parede dupla em alvenaria de tijolo furado com isolamento, com 30cm de espessura**

Espess EPS [mm]	$\Delta U$ ( $U_e - U_n$ )	C. invst [€/m <sup>2</sup> ]	Consumo		Poupança [€/m <sup>2</sup> ]						
			$Q_{ext}$ [kWh]	[€/m <sup>2</sup> ]	$Q_{ext}$ [kWh]	%	Ano,i [€/m <sup>2</sup> ]	P. Retr [anos]	10 anos	15 anos	25 anos
0	0	0,00	17,993	1,979	0,000		0,000	-	-	-	-
40	0,24	34,19	11,138	1,225	6,854	<b>38</b>	0,754	-	-	-	-
50	0,28	34,93	9,996	1,100	7,997	<b>44</b>	0,880	-	-	-	-
60	0,31	35,67	9,139	1,005	8,854	<b>49</b>	0,974	-	-	-	-
70	0,33	36,42	8,568	0,942	9,425	<b>52</b>	1,037	-	-	-	-
80	0,35	37,15	7,997	0,880	9,996	<b>56</b>	1,100	-	-	-	-
90	0,37	37,89	7,426	0,817	10,567	<b>59</b>	1,162	-	-	-	-



100	0,39	38,63	6,854	0,754	11,138	62	1,225	-	-	-	-
-----	------	-------	-------	-------	--------	----	-------	---	---	---	---

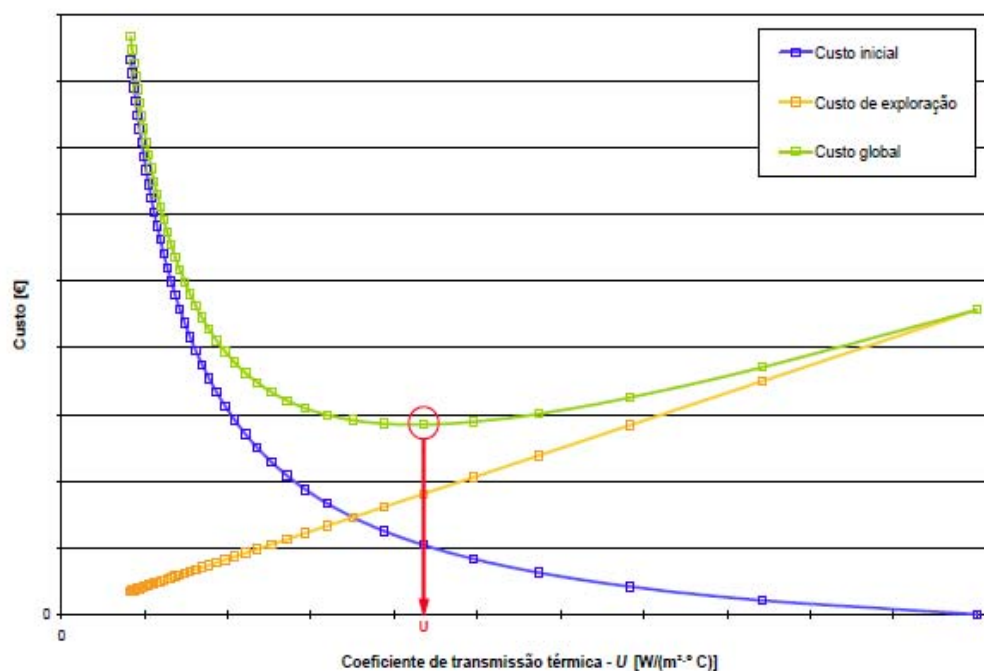


Figura H - Curvas características associadas aos custos inicial, de exploração e globais, para o isolamento térmico de um elemento construtivo, face ao valor de U

Da figura H, verifica-se que, à redução do valor de U, resultante do aumento da espessura do isolamento térmico, corresponde um crescente investimento inicial e a redução dos custos de energia na fase de exploração. Ao valor mínimo da curva relativa ao custo global corresponderá a espessura de isolamento térmico economicamente mais vantajosa. Será contudo de realçar que a cada curva de custo global está indexado um determinado horizonte temporal, pelo que os estudos técnico-económicos exigem uma previsão da evolução do custo da energia e o conhecimento do custo do isolamento térmico e do processo de aplicação (Freitas, 2007).





## Anexo I - Opções de isolamento térmico em reabilitação de fachadas de edifícios

No contexto da reabilitação de edifícios, o isolamento térmico das paredes exteriores permite as seguintes opções:

- Aplicação de isolante térmico pelo exterior;
- Aplicação de isolante térmico pelo interior;
- Aplicação de isolante térmico na caixa-de-ar.

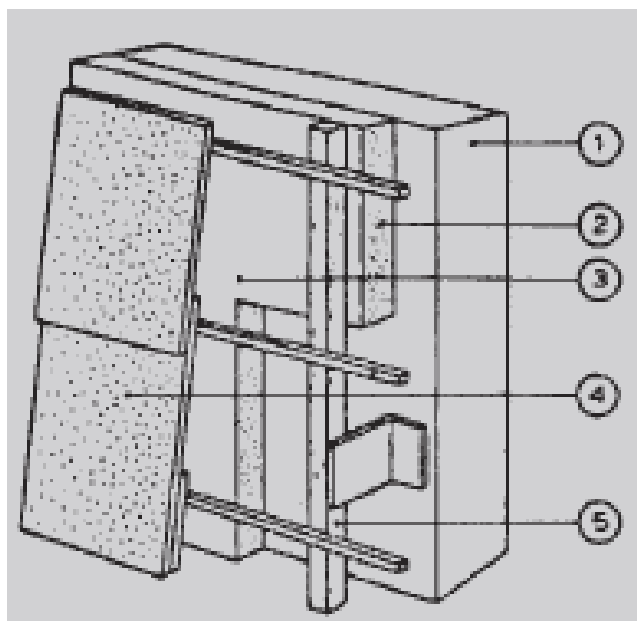
O quadro seguinte pretende sintetizar estas três opções.

Quadro I – Opções de isolamento térmico de fachadas

Localização do Isolante Térmico		Opções de Isolamento Térmico
Exterior	Revestimentos independentes do suporte com interposição de um isolante térmico no espaço de ar	Revestimentos descontínuos independentes do suporte – fixados mecanicamente – fachada ventilada (bardage)
		Revestimentos contínuos de ligantes minerais armados independentes do suporte
	Sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior com revestimento sobre o isolante	Revestimentos espessos de ligantes minerais, armados (rebocos armados) sobre isolante
		Revestimentos delgados de ligantes sintéticos ou mistos, armados sobre isolante (ETICS)
	Revestimentos isolantes	Vetures Rebocos isolantes Revestimentos de espuma isolante projectada
Interior	Painéis isolantes pré-fabricados (geralmente com altura de 1 andar) fixados ao suporte.	
	Contra-fachadas	Com caixa-de-ar simples
		Com interposição dum isolante térmico e sem caixa-de-ar
		Com interposição dum isolante térmico e com caixa-de-ar
Caixa-de-ar	Injecção de produtos isolantes a granel	Fibras ou flocos Grânulos de material isolante
	Injecção de espumas isolantes	Espuma rígida de poliuretano
		Espuma de ureia-formaldeído

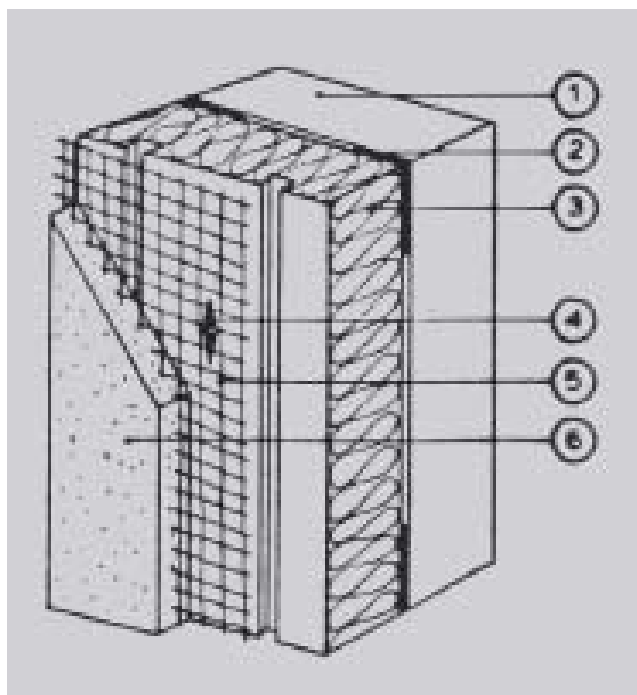
Relativamente ao isolamento térmico pelo exterior, existem três tipos principais:

- Revestimentos independentes do suporte com interposição de um isolante térmico no espaço de ar (figura I1);
- Sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior com revestimento sobre o isolante (ETICS) (figura I2 e I3);
- Revestimentos isolantes — por exemplo, revestimentos prefabricados isolantes descontínuos (figura I4);
- Rebocos isolantes.



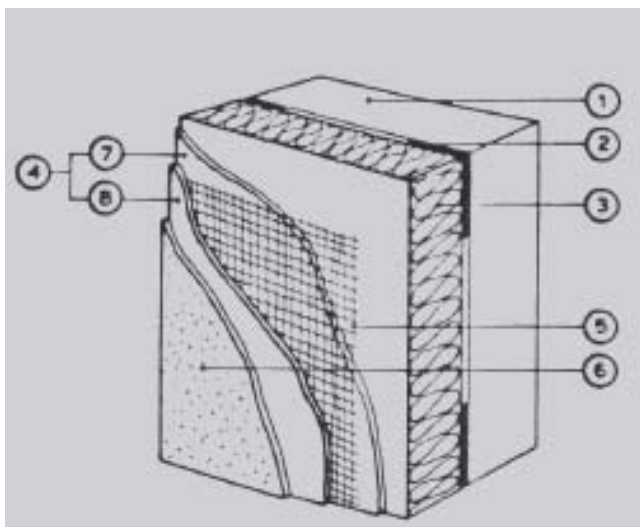
- 1 - Parede exterior (suporte)
- 2 - Isolante térmico;
- 3 - Caixa-de-ar;
- 4 - Revestimento;
- 5 - Estrutura de suporte.

**Figura I1 – Fachada ventilada (bardage)**



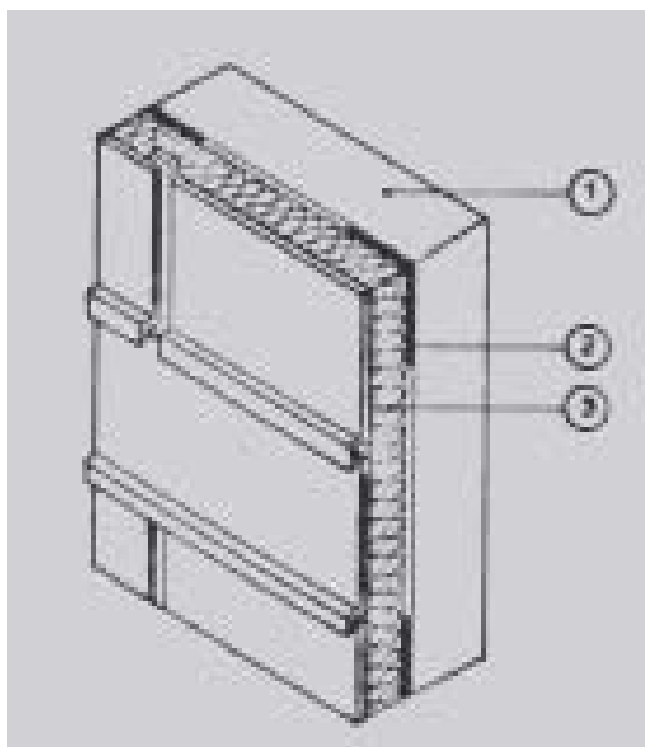
- 1 - Parede exterior (suporte);
- 2 - Fixação (cola);
- 3 - Isolante térmico;
- 4 - Fixação mecânica (cavilha);
- 5 - Armadura;
- 6 – Revestimento.

**Figura I2 -Revestimento espesso (rebocos armados) sobre isolante**



- 1 - Parede exterior (suporte);
- 2 - Fixação (cola);
- 3 - Isolante térmico;
- 4 - Camada de base;
- 5 - Armadura (fibra de vidro);
- 6 - Camada de acabamento;
- 7 - 1ª demão da camada de base;
- 8 - 2ª demão da camada de base.

Figura I3 - Revestimentos delgados de ligantes sintéticos ou mistos, armados sobre isolante (ETICS)



- 1 - Parede exterior (suporte);
- 2 - Fixação (cola);
- 3 - Isolante térmico com paramento protector.

Figura I4 - Vêture





## **Anexo J - Guião das Entrevistas Exploratórias**

### **Modo de Comunicação:**

- Atribuição de liberdade comunicacional ao entrevistado
- Abertura e flexibilidade
- Menor número possível de perguntas

### **Tópicos a abordar:**

- O isolamento térmico pelo exterior do tipo ETICS como sistema de reabilitação de edifícios.
- O sistema ETICS no contexto actual dos objectivos ambientais e de eficiência energética dos edifícios.
- A aplicação do sistema ETICS na reabilitação de edifícios da FAP.
- O modelo da FAP para a reabilitação do seu parque edificado.

Guião de entrevista ao Director da Direcção de Infra-Estruturas da Força Aérea, Sr. **MGEN/ENGAED Hélder Brito**

1. Como pode caracterizar as paredes dos edifícios existentes da FAP em relação à sua constituição e espessura?
2. Qual a estratégia da FAP em relação ao planeamento de intervenção de reabilitação do seu parque edificado?
3. Qual a experiência da DI na aplicação do sistema ETICS na reabilitação de fachadas dos edifícios? Qual a sua opinião sobre o sistema?

Guião de entrevista à Eng<sup>a</sup> Civil, Investigadora Principal no Departamento de Edifícios do LNEC e Chefe do Laboratório de Revestimentos de Paredes, **Maria do Rosário Veiga**.

1. Como vê actualmente o enquadramento do Sistema ETICS na reabilitação de edifícios em Portugal?
2. O sistema tem sido objecto de investigação do LNEC? Se sim, que características têm sido mais desenvolvidas e aperfeiçoadas?
3. Que relação tem havido entre as empresas e o LNEC ao nível do desenvolvimento e da aplicação dos sistemas em Portugal?
4. Atendendo ao facto de que a maior parte do parque edificado das Unidades da FAP é dos anos 60 e 80 e que a sua construção se enquadra no tipo da construção



portuguesa dessas épocas, como vê uma possível reabilitação das suas fachadas com recurso ao sistema ETICS?

Guião de entrevista ao Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Director do Laboratório de Física das Construções (LFC), Director do Mestrado em Reabilitação do Património Edificado, **Vasco Peixoto Freitas**.

1. Como vê actualmente o enquadramento do Sistema ETICS na reabilitação de edifícios em Portugal?
2. Como se enquadra o sistema no actual contexto dos objectivos nacionais ambientais e de eficiência energética dos edifícios?
3. Atendendo ao facto de que a maior parte do parque edificado das Unidades da FAP é dos anos 60 e 80 e que a sua construção se enquadra no tipo da construção portuguesa dessas épocas, como vê uma possível reabilitação das suas fachadas com recurso ao sistema ETICS?

Guião de entrevista ao Engº Civil, sócio gerente da empresa AJBF Lda., **António Júlio Baeta Ferreira**.

1. Da sua longa experiência na aplicação do sistema ETICS em novas construções, que informação já possui do sistema sobre o seu desempenho ao nível das exigências funcionais das fachadas? E dos seus clientes (utilizadores)? Qual a sua opinião sobre o seu desempenho
2. Que evolução tem verificado nesta tecnologia de revestimento térmico?
3. Atendendo ao facto de que a maior parte do parque edificado das Unidades da FAP é dos anos 60 e 80 e que a sua construção se enquadra no tipo da construção portuguesa dessas épocas, como vê uma possível reabilitação das suas fachadas com recurso ao sistema ETICS?